

Interactie bevorderen bij Building Thinking Classrooms

KENNISMOBILITEIT FACILITEREN DOOR MIDDEL VAN
CARROUSELINTERACTIE
B.S. SCHELFAUT

Samenvatting

Wiskundelessen waarbij een docent vertelt en leerlingen luisteren, trainen leerlingen enkel om de docent na te doen en recepten voor het oplossen van tekstboekproblemen uit het hoofd te kennen. Wiskundig probleemoplossen is een vaardigheid die essentieel is voor wiskundeonderwijs en om les te geven op een manier opdat leerlingen weer echt leren wiskundig denken, kan de methode van Liljedahl worden ingezet. Deze methode creëert *thinking classrooms*, klassen waarin leerlingen actief in groepen aan de slag gaan met complexe problemen.

Dit onderzoek richt zich op één aspect van de *thinking classroom*, namelijk de interactie tussen groepen leerlingen. Leerlingen in de *thinking classroom* krijgen autonomie door te leren van, en informatie uit te wisselen met, andere groepen. Dit realiseren in een klas kent uitdagingen en een tussenstap naar interactie op initiatief van de leerlingen is het realiseren van interactie tussen groepen op initiatief van de docent. Het doel van dit onderzoek is het ontwerpen van een interventie waarmee docenten deze interactie kunnen bewerkstelligen.

Het onderzoek wordt iteratief uitgevoerd volgens de principes van *design-based research* en hypothetische doceer- en leertrajecten. Iteraties van het onderzoek vinden plaats in de werkcolleges van beginnende eerstejaars wiskundestudenten aan de TU Delft. Met drie iteraties is ‘carrouselinteractie’ ontwikkeld als hanteerbare vorm voor docentgestuurde interactie in *thinking classrooms*. Randomisatie van de carrouselinteractie speelt een rol in het verhogen van de betrokkenheid van leerlingen die mogelijk afhaken als gevolg van een niveauverschil met hun groep en ingebouwde overlegtijd speelt een rol in het verminderen van stress bij leerlingen die opzien tegen het moeten vertellen over hun groepswork.

De in dit onderzoek ontwikkelde carrouselinteractie, waarbij leerlingen op initiatief van de docent gestructureerd informatie uitwisselen, is direct inzetbaar in andere *thinking classrooms*. Voor verdere verfijning worden suggesties gedaan, zoals variatie in de groepen waarmee kennis wordt uitgewisseld, en vervolgonderzoek wordt aanbevolen naar onder meer de vergelijking van carrouselinteractie met andere werkvormen en de overgang van carrouselinteractie naar interactie op initiatief van leerlingen zelf.

Inhoud

Samenvatting.....	ii
1. Inleiding.....	1
2. Theoretisch kader.....	3
2.1 Probleemoplossen	3
2.1.1 Wiskundige vaardigheid in vijf verweven strengen	3
2.1.2 Wiskundig probleemoplossen in vier domeinen	4
2.1.3 Vijf strengen t.o.v. vier domeinen	5
2.2 Thinking classrooms	5
2.2.1 Building Thinking Classrooms.....	5
2.2.2 Autonomie en kennismobiliteit in thinking classrooms.....	6
2.2.3 Differentiëren met hints en verdiepingsvragen in thinking classrooms.....	6
2.2.4 Kennismobiliteit	8
3. Methodologie.....	9
3.1 Omschrijving van design-based research.....	9
3.2 Situatieschets van de onderzoekspraktijk.....	10
3.3 Data-verzameling	11
3.3.1 Exitformulieren.....	11
3.3.2 Mini-interviews	12
3.3.3 Beeldopnames	12
3.3.4 Informed consent.....	13
3.4 Beschrijving van de iteraties en toelichting gemaakte keuzes.....	13
3.4.1 Iteratie 1: Carrouselinteractie	13
3.4.2 Iteratie 2: Carrouselinteractie met gerandomiseerd doorschuiven.....	14
3.4.3 Iteratie 3: Carrouselinteractie met randomisatie én overlegtijd.....	15
3.5 Validiteit en betrouwbaarheid van kwalitatief onderzoek.....	15
3.6 Analyse en presentatie van data	16
4. Resultaten	17
4.1 Uitvoering design-based research.....	17
4.2 Iteratie en deelvraag 1	20
4.2.1 Kennismobiliteit in iteratie 1	20
4.2.2 Mini-interviews iteratie 1	21
4.3 Iteratie en deelvraag 2	23
4.3.1 Kennismobiliteit in iteratie 2	23
4.3.2 Procesdoel iteratie 2	24
4.4 Iteratie en deelvraag 3	26

4.4.1 Kennismobiliteit in iteratie 3	26
4.4.2 Procesdoel iteratie 3	27
4.4.3 Mini-interviews iteraties 2 en 3	28
5. Conclusie	31
6. Discussie.....	34
6.1 Bespreking van de resultaten.....	34
6.1.1 Bespreking iteratie 1	34
6.1.2 Bespreking iteratie 2	35
6.1.3 Bespreking iteratie 3	36
6.2 Algemene beperkingen en implicaties van dit onderzoek	36
6.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	37
Literatuurlijst.....	39
A. Informed Consent formulier	40
B. Exitformulieren	41
C. Data verzameld met exitformulieren	48

1. Inleiding

Namens het landelijk expertisecentrum voor het curriculum omschrijven Thijs, Fisser en Van der Hoeven (2014) verschillende 21^e-eeuwse vaardigheden die leerlingen moeten ontwikkelen om te functioneren in de toekomstige maatschappij. Een aantal van deze vaardigheden staat in direct verband met wiskundig denken en wiskundig probleemoplossen, namelijk problemen oplossen, computational thinking, kritisch denken en zelfregulering. Het expertisecentrum definieert probleemoplossend denken en handelen als het vermogen om een probleem te (h)erkennen en tot een plan te komen om het probleem op te lossen (SLO, 2020). Ondanks de aandacht voor probleemoplossend denken binnen de ontwikkeling van curricula, blijkt het in de praktijk lastig om leerlingen ook daadwerkelijk de bijbehorende vaardigheden aan te leren.

Recente analyse van Nederlandse wiskunde en natuurkunde vwo-examens en prestaties van leerlingen suggereert dat de kwaliteit van het onderwijs juist achteruit gaat. De centrale examens wiskunde bevatten 40 tot 50% minder stof dan 30 jaar geleden, examenvragen bij wiskunde vereisen minder denkstappen om tot een antwoord te komen dan vroeger en leerlingen presteren slechter dan 30 jaar geleden op bijna identieke examenvragen (Zonnenberg & Rutten, 2023). De Technische Universiteit Delft overwoog in 2017 zelfs om aanvullende eisen te stellen aan een vwo-diploma (Delta, 2017). Er werd namelijk opgemerkt dat studenten met krappe voldoendes voor wiskunde B vaak het tweede jaar van hun studie niet wisten te halen. De eis is uiteindelijk niet ingesteld door de universiteit, maar de observatie van de universiteit dat veel studenten met een vwo-diploma onvoldoende vaardigheden leken te bezitten op het niveau om succesvol te kunnen studeren, is opmerkelijk. Het vwo dient ter voorbereiding op een universitaire opleiding en het lijkt hierin tekort te schieten.

Harvard professor Eric Mazur kwam in zijn eigen natuurkundecolleges tot de conclusie dat studenten geen begrip ontwikkelden tijdens lessen waarin een docent vertelt en studenten enkel luisteren. Doorgaans werden er enkel recepten uit het hoofd geleerd voor het oplossen van tekstboekproblemen (Serious Science, 2014). Ook Liljedahl (2020) stelt dat in een traditionele wiskundeles leerlingen enkel de docent leren nadoen, maar niet leren om wiskundig te denken en problemen op te lossen. In zijn boek *Building Thinking Classrooms in Mathematics* presenteert hij resultaten van uitgebreide experimenten in de praktijk met hoe leerlingen weer aan het denken kunnen worden gebracht in klaslokalen van het primair en secundair onderwijs.

Het genoemde boek van Liljedahl (2020) biedt praktische handvatten voor docenten, in de vorm van 14 *best practices*, om met wiskundig probleemoplossen aan de slag te gaan in *thinking classrooms*. Schoenfeld (1985) omschrijft dit wiskundig probleemoplossen door het in vier onderdelen op te delen. Er is niet alleen wiskundige kennis nodig, maar ook kennis van heuristieken, metacognitieve vaardigheden en een positieve houding ten opzichte van wiskunde en het eigen vermogen. Deze onderdelen sluiten aan op de definitie van goed wiskundeonderwijs van de Amerikaanse National Research Council (2001), die vijf verweven strengen omschrijft waarvan wiskundige, procedurele kennis er slechts één is. Wiskundig onderwijs en wiskundig probleemoplossen omvatten dus meer dan enkel wiskundige feitenkennis en procedurele vaardigheden.

Dit onderzoek richt zich op een specifiek onderdeel van *thinking classroom* didactiek, namelijk op de interactie tussen studenten. In een *thinking classroom* krijgen leerlingen autonomie door voornamelijk met en van elkaar te leren (Liljedahl, 2020). Het kan uitdagend zijn om deze interactie te realiseren in een lokaal als het initiatief bij de leerlingen ligt, dus als tussenstap suggereert Liljedahl docentgestuurde interactie. Het succesvol implementeren van carrouselinteractie, een vorm

van zulke docentgestuurde interactie in een *thinking classroom*, is de focus van dit onderzoek. Wanneer groepen studenten in een *thinking classroom* interactie aangaan met elkaar, vindt er uitwisseling van verschillende ideeën en inzichten plaats. Zo komt de aanwezige kennis in het lokaal in beweging tussen verschillende groepen. Dit aspect van een *thinking classroom* wordt in dit onderzoek geduid met kennismobiliteit. Om onderzoek te doen naar carrouselinteractie als een mogelijke manier om interactie tussen studenten te bevorderen in een *thinking classroom* is de volgende onderzoeksvraag opgesteld.

Hoe kan carrouselinteractie effectief worden vormgegeven in thinking classrooms, zodanig dat er kennismobiliteit wordt gerealiseerd, voor studenten zonder eerdere ervaringen met deze aanpak?

De docentgestuurde interactie in de vorm van carrouselinteractie wordt via *design-based research*, een iteratief onderzoeksproces, ontworpen door interventies toe te passen in *thinking classrooms*, waarbij na elke iteratie de interventie wordt aangepast op basis van de verzamelde feedback. Deze iteratieve manier van onderzoek maakt gebruik van *hypothetical teaching and learning trajectories* (HTLT), waarbij verwachtingen worden geformuleerd op basis van inzichten uit literatuur. Interventies worden geobserveerd en er vindt achteraf reflectieve analyse plaats. Zo nodig kan een onderzoek aan de hand van een HTLT worden bijgestuurd. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de werkcolleges van het vak Bewijstechnieken aan de Technische Universiteit Delft. Dit is een nieuw vak voor eerstejaars studenten aan de studie Technische Wiskunde in het eerste kwartaal. De studenten hebben geen eerdere ervaring met leren in *thinking classrooms*. Bij deze kwalitatieve onderzoeksmethodiek hebben de resultaten van een iteratie direct invloed op de invulling van de volgende iteratie. Er worden drie iteraties uitgevoerd. Elke deelvraag van dit onderzoek staat centraal in één iteratie en resultaten uit vorige iteraties zijn meegenomen in de formulering van de volgende deelvragen. De eerste deelvraag is geformuleerd als uitgangspunt voor de eerste iteratie. De volgende deelvragen zijn geformuleerd op basis van de uitvoering en dataverzameling van eerdere iteraties. In paragraaf 3.4 wordt besproken hoe de iteraties elkaar beïnvloeden hebben en worden gemaakte keuzes toegelicht.

1. *Welke obstakels voor het realiseren van kennismobiliteit komen naar voren uit de eerste ervaringen van studenten met carrouselinteractie in een thinking classroom?*
2. *Hoe ervaren studenten deze obstakels in een thinking classroom wanneer carrouselinteractie wordt uitgebreid met gerandomiseerd doorschuiven?*
3. *Hoe verandert de ervaring van studenten met deze obstakels in een thinking classroom wanneer carrouselinteractie wordt uitgebreid met gerandomiseerd doorschuiven en voorafgaande overlegtijd?*

In het volgende hoofdstuk wordt relevante literatuur uiteengezet. Vervolgens beschrijft het derde hoofdstuk de methodologie die wordt toegepast voor het onderzoek. In het vierde hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd per iteratie en deelvraag. Tot slot beschrijft het vijfde hoofdstuk de conclusies die getrokken worden naar aanleiding van de opgestelde vragen en worden in het zesde hoofdstuk de resultaten besproken ten opzichte van de literatuur. Ook worden hier beperkingen van het onderzoek besproken en aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan.

2. Theoretisch kader

Dit hoofdstuk bestaat uit twee onderdelen. In deel één worden kaders besproken waarbinnen wiskundig onderwijs en probleemoplossen kunnen worden geanalyseerd en besproken en dit deel illustreert hoe wiskundig onderwijs gelijk staat aan leren probleemoplossen. Dit dient als opstap naar het tweede deel, waarin literatuur wordt besproken die stelt dat er aanpassingen nodig zijn aan traditioneel onderwijs, omdat het tekort schiet in het cultiveren van dit probleemoplossend vermogen. Theorie over *thinking classrooms* wordt besproken in deel twee. In hoofdstuk 3 wordt uiteengezet hoe dit onderzoek is gericht op het itererend ontwerpen van een didactische interventie die inzetbaar is in *thinking classrooms* voor het bevorderen van *kennismobiliteit*.

2.1 Probleemoplossen

In paragraaf 2.2 zal worden ingegaan op oplossingen voor het probleem dat werd genoemd in de inleiding, namelijk dat leerlingen niet leren probleemoplossend te denken, maar leren, zonder zelf te denken, de handelingen van een docent te kopiëren. Voordat verder kan worden ingegaan op het probleem dat wiskundig denken en probleemoplossend vermogen niet ontwikkeld worden in lessen waar dit de bedoeling en verwachting is, wordt het concept probleemoplossen uiteengezet in deze paragraaf.

2.1.1 Wiskundige vaardigheid in vijf verweven strengen

In het boek *Adding it up: Helping Children Learn Mathematics* van de Amerikaanse National Research Council wordt wiskundig onderwijs omschreven als het leren van wiskundige vaardigheid, waarbij het concept wiskundige vaardigheid verder uitgewerkt wordt in vijf verweven strengen van die zogeheten wiskundige vaardigheid (National Research Council, 2001). Hoewel de schrijvers erkennen dat geen enkele definitie alle aspecten van expertise, competentie, kennis en vaardigheid binnen wiskunde volledig kan omvatten, geven ze wel een sterk framework om binnen te werken. De geformuleerde strengen zijn *conceptual understanding*, *procedural fluency*, *strategic competence*, *adaptive reasoning* en *productive disposition*.

Vrij vertaald komen conceptueel begrip en procedurele vaardigheden respectievelijk neer op het begrijpen van wiskundige concepten, operaties en relaties, en op het nauwkeurig en flexibel uitvoeren van wiskundige procedures, zoals het correct toepassen van algoritmen. Hoewel deze strengen niet onbelangrijk zijn, vallen ze grotendeels buiten de scope van dit onderzoek en zal er verder niet op in worden gegaan.

De streng *strategic competence* heeft betrekking op het vermogen om wiskundige problemen te analyseren en op te lossen. Studenten krijgen door wiskundig onderwijs idealiter een set vaardigheden die flexibel kan worden ingezet om problemen op een handige manier aan te vliegen. Flexibiliteit in de benadering van een probleem is een belangrijke cognitieve vereiste voor het oplossen van niet-routinematige problemen.

De streng *adaptive reasoning* omvat het logisch kunnen redeneren, verklaringen kunnen geven en het kunnen reflecteren op het eigen denken. De schrijvers hebben het onder meer over *justifying your work* en dat deze vaardigheid nauw verbonden is met de andere strengen, met name tijdens probleemoplossen. Leerlingen vallen terug op hun *strategic competence* om problemen te formuleren, abstraheren en representeren, maar hebben *adaptive reasoning* nodig om de legitimiteit van hun voorgenomen strategie te articuleren.

Ten slotte refereert de streng *productive disposition* aan het ontwikkelen van een positieve houding ten opzichte van wiskunde waarbij het wordt gezien als nuttig en waardevol, in combinatie met een geloof dat inspanning in het leren van wiskunde loont en een positief zelfbeeld als een beoefenaar van wiskunde. Met een productieve houding krijgen leerlingen meer doorzettingsvermogen en durven leerlingen meer fouten te maken in het proces om een probleem op te lossen. Gemaakte fouten worden geen obstakel voor het proces en de motivatie, maar gezien als kans om te leren. Met een positieve, productieve houding maakt angst of weerstand plaats voor nieuwsgierigheid en het verlangen om iets te begrijpen (National Research Council, 2001).

2.1.2 Wiskundig probleemoplossen in vier domeinen

Schoenfeld (1985) introduceerde een model voor het analyseren van wiskundig probleemoplossen. Dit model bestaat uit vier hoofdfactoren, namelijk *resources*, *heuristics*, *control* en *beliefs*. Onder deze paraplu-terminen zet Schoenfeld uiteen wat belangrijk is voor succesvol wiskundig probleemoplossen.

Met *resources* duidt Schoenfeld de wiskundige kennis die iemand bezit, niet te verwarren met alle wiskundige feitenkennis die er bestaat. Met het voorbeeld van een goede probleemoplosser die een meetkundig probleem aanvliegt, maar het concept gelijkvormigheid niet scherp heeft in het moment, laat Schoenfeld zien dat de *resources* een grote rol spelen in het succesvol probleemoplossen. De persoon in het voorbeeld tracht een oplossing te forceren door algebra en formules te introduceren waarin het probleem correct, doch ontzettend ingewikkeld, wordt geformuleerd, hoewel het probleem relatief simpel op te lossen was via gelijkvormigheid. Een wiskundige die de oplossing niet direct ziet, maar na het maken van een tekening haast automatisch aan de slag gaat met gelijkvormigheid, benut zijn *resources* om het probleem op te lossen.

Het domein *heuristics*, of heuristieken, omschrijft Schoenfeld als strategieën of vuistregels die probleemoplossers kunnen gebruiken om nieuwe, onbekende problemen aan te pakken. Alom bekende voorbeelden zijn het maken van een schets, zoals de wiskundige uit het voorbeeld besproken bij *resources*, het zoeken naar patronen en het vereenvoudigen of opdelen van een probleem in kleinere deelproblemen. De eerste probleemoplosser uit het besproken voorbeeld introduceert bijvoorbeeld algebraïsche notatie en formules, en hoewel dit niet de handigste methode bleek, is dat ook een voorbeeld van een strategie om onbekende problemen aan te vliegen. Schoenfeld wijst op het belang van deze heuristieken om flexibel te kunnen werken en met verschillende oplossingsroutes te kunnen experimenteren.

Het vermogen om effectief te plannen, monitoren en beslissingen te nemen tijdens het oplossen van een probleem noemt Schoenfeld *control*. Dit zijn metacognitieve vaardigheden nodig voor het beoordelen of een gekozen aanpak effectief is, of dat er moet worden bijgestuurd. De eerste probleemoplosser uit het besproken voorbeeld zou in theorie kunnen aanvoelen dat hij het probleem ingewikkelder maakt dan nodig is, om vervolgens een andere heuristiek toe te passen. Met een goede controlefunctie zijn probleemoplossers in staat om efficiënter te werken.

Het domein *beliefs* omvat de opvattingen en overtuigingen van een persoon over de eigen capaciteiten als wiskundige en als probleemoplosser. Schoenfeld stelt dat bijvoorbeeld de geïnterpreteerde moeilijkheidsgraad van een probleem of de opvattingen over de eigen wiskundige kennis grote invloed hebben op hoe mensen met problemen omgaan en de hoeveelheid moeite die een persoon bereid is om in een probleem te stoppen.

2.1.3 Vijf strengen t.o.v. vier domeinen

In de voorgaande subparagrafen zijn twee modellen besproken om te kijken naar wiskundig denken en probleemoplossen. Beide uiteenzettingen volgen dezelfde opzet en de indelingen van de twee verschillen weinig van elkaar. In beginsel speelt de eigen, wiskundige kennis van een persoon een rol. De National Research Council (2001) spreekt van *conceptual understanding* en *procedural fluency*, terwijl Schoenfeld (1985) dit schaart onder de passende term *resources*.

De parallel zet zich voort in de volgende strengen en concepten. *Strategic competence*, het vermogen om problemen te analyseren en op te lossen met behulp van een flexibel inzetbare set vaardigheden, komt overeen met wat Schoenfeld *heuristics* noemt. *Adaptive reasoning*, met het reflecteren op het eigen werk en het kunnen articuleren van de legitimiteit van een voorgenomen strategie, is wat Schoenfeld beschrijft als *control*, namelijk de metacognitieve vaardigheden om te oordelen of een gekozen aanpak effectief is. Ten slotte beschrijven zowel de National Research Council als Schoenfeld dat de houding van een persoon een essentiële rol speelt in het doorzettingsvermogen dat probleemoplossers kunnen opbrengen en de nieuwsgierigheid die ze ervaren.

Opvallend is dat waar Schoenfeld (1985) een kader opstelt waarin wiskundig probleemoplossen uiteengezet kan worden, de Amerikaanse National Research Council (2001) een sterk vergelijkbaar kader opstelt voor wat dient terug te komen in wiskundig onderwijs. Dit benadrukt dat wiskundig onderwijs niet moet gaan over enkel wiskundige feitenkennis en procedurele kennis, maar over wiskundige vaardigheid, waarbij die wiskundige vaardigheid is uitgewerkt in principes die neerkomen op de aspecten van wiskundig probleemoplossen.

2.2 Thinking classrooms

In deze paragraaf zal worden ingegaan op *thinking classrooms* en onderwijs volgens het concept van Liljedahl. In een thinking classroom zijn leerlingen continu bezig met uitdagende, complexe problemen waarbij ze deze flexibel in groepen aanvliegen. Gezien het om niet-routinematige problemen gaat wordt er sterker een beroep gedaan op hun *strategic competence* en *adaptive reasoning* dan in een traditionele wiskundeles. In onderwijs van deze vorm wordt een setting gecreëerd waarin het probleemoplossend denken volgens Liljedahl (2020) wordt gecultiveerd en ontwikkelt een leerling mogelijk gemakkelijker een positieve, productieve houding. De paragraaf bespreekt ideeën van onder meer Liljedahl en Mazur over lessen waarin problemen worden opgelost.

2.2.1 Building Thinking Classrooms

In het begin van zijn boek 'Building Thinking Classrooms in Mathematics' introduceert Liljedahl het probleem dat leerlingen niet leren denken tijdens de wiskundeles. Daarmee probeert hij niet te zeggen dat leerlingen niets doen in de les. Liljedahl omschrijft een van zijn eerste lesobservaties als volgt:

"This is not to say that there was no activity. There was lots of activity – the students were busy from the beginning of the class to the end. They were taking notes, answering questions, filling in worksheets and starting on their homework. They were busy. They just weren't thinking." (Liljedahl, 2020, p. 4)

Liljedahl bedoelt hier denken in een wiskundige context. Leerlingen volgden blind de docent, ze schreven een voorbeeld over, probeerden een nagenoeg identieke vraag vervolgens zelf, luisterden naar de nabespreking en dit herhaalde zich. Leerlingen ontwikkelen in dit soort lessen niet het probleemoplossend vermogen dat ze nodig zullen hebben binnen wiskunde, zoals uiteengezet in

paragraaf 2.1. Liljedahl gaat verder in detail over hoe de randvoorwaarden van de geobserveerde lessen, waar docenten zich naar moesten schikken, de docenten ook niet de vrijheid gaven om de leerlingen dat vermogen te laten ontwikkelen. De rest van het boek gaat over observaties en conclusies uit praktijkonderzoek van Liljedahl waarbij, in samenwerking met honderden docenten in lessen aan duizenden leerlingen, met de randvoorwaarden voor onderwijs is geëxperimenteerd.

Liljedahl (2020) omschrijft in een aantal *best practices* voor wiskundig onderwijs aan kinderen hoe een les eruit ziet waarbij leerlingen wél tot denken worden aangezet en omschrijft mogelijke tussenstappen om daar te komen. Hoewel er meer details worden uitgewerkt in de gegeven *best practices*, komt een *thinking classroom* neer op het volgende. Leerlingen werken staand, in groepjes van drie, aan complexe problemen die uitdagend zijn, maar niet volledig buiten hun capaciteiten liggen. Hierbij is het van belang dat de groepjes willekeurig worden samengesteld waarbij de willekeur zichtbaar is voor de leerlingen, dat de complexe problemen mondeling gegeven worden en dat groepjes schrijven op verticale, uitwisbare oppervlakken zoals whiteboards.

2.2.2 Autonomie en kennismobiliteit in thinking classrooms

De *best practice* die voor dit theoretisch kader en het gehele onderzoek een grote rol speelt, heeft betrekking op het geven van autonomie aan leerlingen in een *thinking classroom*. Leerlingen krijgen vrijheid en verantwoordelijkheid binnen een *thinking classroom*. Hoe die autonomie wenselijk wordt ingevuld door Liljedahl, is door groepjes van elkaar te laten leren. Dit is belangrijk omdat de docent doorgaans maar bij één groepje tegelijk kan staan en hulp kan bieden. De rol van een docent in deze setting verandert hiermee. De docent speelt minder de rol van kennisbron en focust zich op het in beweging brengen van de al aanwezige kennis in het klaslokaal (Liljedahl, 2020). Wanneer groepen vastlopen, stappen ze idealiter af op een ander groepje met andere ideeën en gaan ze in gesprek om te kijken of die andere ideeën hen verder kunnen helpen. Aan dit concept zal binnen dit onderzoek verder worden gerefereerd met de term *kennismobiliteit*. Om te spreken van kennismobiliteit dient er zowel kennis te worden gezonden als te worden ontvangen. Informatie wordt uitgewisseld en niet enkel medegedeeld.

Om leerlingen te helpen die autonomie ook te pakken, ligt er een taak bij de docent om bijvoorbeeld waar mogelijk geen vragen te beantwoorden, maar leerlingen naar elkaar door te verwijzen. Indien nodig kan de docent uiteraard hulp bieden aan een groepje in de vorm van hints, of voorbeelden van slimme notatie. Dit kan de docent dan bijvoorbeeld doen door met een andere kleur marker iets op het bord van het groepje te laten zien. Hierdoor is de hint van afstand herkenbaar voor groepen die zoeken naar medeleerlingen om mee in gesprek te gaan en de docent kan groepen met vergelijkbare vragen vervolgens doorverwijzen naar de groep waar de hint is gegeven. Het in beweging brengen van kennis op deze manier zal verder waar nodig worden geduid als *docentgestuurde kennismobiliteit*.

2.2.3 Differentiëren met hints en verdiepingsvragen in thinking classrooms

Voor het geven van hints en verdiepingsvragen reserveert Liljedahl een apart hoofdstuk. Dit biedt inzicht en handvatten voor een docent om groepjes aan te sturen. Liljedahl haalt hierbij het concept *flow* aan. Deze term is geïntroduceerd binnen de psychologie door Mihály Csikszentmihalyi in 1975 en hij heeft er in latere decennia veel over gepubliceerd. Om leerlingen in een staat van *flow* te houden kan een docent bijvoorbeeld hints geven als het te moeilijk wordt en verdiepingsvragen stellen als het te makkelijk wordt.

Een andere manier om leerlingen te sturen, is om hen op een ander niveau met het probleem te laten werken. Liljedahl schrijft over het gebruik van schakelen tussen *modes of engagement* om *flow*

in stand te houden. Er worden verschillende niveaus benoemd waarop leerlingen met een probleem bezig kunnen zijn, waar een rangorde in zit. In oplopende volgorde van makkelijk naar moeilijk, waarbij het gaat om hoe moeilijk het is om met een probleem bezig te zijn, zijn de niveaus *doing*, *justifying*, *explaining*, *teaching* en *creating*.

Een voorbeeld van Liljedahl om studenten naar een hoger niveau te tillen is een groep die zegt klaar te zijn van *doing* naar *justifying* te brengen, door hen te vragen of ze om geld zouden durven te wedden dat hun antwoord goed is en vervolgens weg te lopen. Wanneer leerlingen zeker zijn, kan hen gevraagd worden om uit te leggen (*explaining*) waarom ze zeker zijn, wat weer verdere articulatie van denkprocessen en ideeën vraagt. Wanneer hun uitleg na enkele pogingen deugt, kan de groep worden gevraagd om iets aan een andere groep te leren (*teaching*). Door te spelen met deze modes of engagement kunnen groepen verder worden uitgedaagd, en soms kan een groep er door geholpen worden als deze vastloopt. Ook biedt het ruimte waarmee kan worden ingespeeld op verschillen in werktempo tussen groepen.

Flow volgens Csikszentmihályi

Met *flow* wordt binnen de psychologie gerefereerd aan een mentale staat waarin iemand volledig opgaat in een taak of activiteit en diegene zo geconcentreerd en betrokken is bij die activiteit dat het kan lijken alsof de tijd verdwijnt. Csikszentmihályi pionierde de term al in de jaren zeventig (Csikszentmihályi, 1975) en is ernaar blijven onderzoeken en erover blijven schrijven. Het concept is algemeen en dus niet specifiek voor onderwijs, maar zoals besproken in paragraaf 2.1 kan inzicht hierover zeker een rol spelen bij het betrekken van leerlingen in een klaslokaal.

Kenmerken van *flow* zijn het hebben van een duidelijk doel, het krijgen van directe feedback, een evenwicht tussen de uitdaging van een activiteit en de eigen vaardigheid, het verlies van zelfbewustzijn en het besef van tijd en volledige concentratie.

Een belangrijke voorwaarde voor *flow* is dat de activiteit intrinsiek motiverend is. Ook de balans tussen het niveau van de taak en de eigen vaardigheid is een voorwaarde. Wanneer de taak in verhouding te moeilijk wordt, raakt een persoon in een *anxious* staat, maar wanneer de taak in verhouding te makkelijk wordt, komt een persoon in een staat van *boredom* (Csikszentmihályi, 1990). Liljedahl heeft deze theorie overgenomen maar gebruikt in plaats van de term *boredom* de term *frustration* (Liljedahl, 2020).

Flow in thinking classrooms

Liljedahl omschrijft dat groepjes leerlingen gestuurd kunnen worden met hints, verdiepvragen en andere modes of engagement, om *flow* te behouden. Hij omschrijft uitgebreid hoe hiermee voldaan kan worden aan de balans tussen uitdaging en eigen vermogen die kenmerkend is voor *flow*. Leerlingen worden geholpen als de uitdaging te groot blijkt en wanneer *boredom* dreigt, krijgen ze verdiepvragen of brengt de docent ze naar een andere mode of engagement (Liljedahl, 2020).

De belangrijke voorwaarde van intrinsieke motivatie komt echter niet duidelijk naar voren uit het werk van Liljedahl. Zeker in de implementatiefase van het bouwen aan *thinking classrooms*, is er aandacht voor het bieden van interessante en uitdagende problemen door buiten het curriculum taken in de vorm van raadsels te bieden. Door eerst te oefenen met taken buiten het curriculum, wordt het voor een docent makkelijker om vervolgens op deze wijze met taken binnen het curriculum aan de slag te gaan. Het boek gaat niet concreet in op de achterliggende gedachten voor het implementeren op deze wijze, maar deze volgorde van implementatie heeft mogelijk een achtergrond in het intrinsiek motiveren van leerlingen. Het einddoel blijft echter om leerlingen met taken die binnen het curriculum passen aan het werk te zetten en in die setting ontbreekt er bij

Liljedahl aandacht voor de voorwaarde van intrinsieke motivatie, al is het mogelijk dat die aandacht niet expliciet terugkomt in de manier van implementatie.

2.2.4 Kennismobiliteit

Volgens natuurkundeprofessor Mazur is onderwijs een proces dat bestaat uit twee stappen, namelijk de stap van kennis overbrengen en de stap van de kennis verwerken. Traditioneel gebeurt het overbrengen van kennis via hoorcolleges of lezingen, maar dit kan ook door middel van boeken of video's. Mazur stelt dat de tweede stap, het verwerken van de kennis, de belangrijkste van de twee is. Zijn visie op onderwijs bestaat onder meer uit het plaatsen van stap één, het overbrengen van kennis, buiten het klaslokaal. Hierdoor ontstaat er binnen de lessen meer tijd voor het begeleiden van de verwerking van studenten. Gezien bij traditioneel onderwijs het overbrengen in de les plaatsvindt en de verwerking achteraf in de vorm van verwerkingsopdrachten, noemt Mazur dit *flipping the classroom* (Serious Science, 2014).

Mazur liep tegen hetzelfde probleem aan als Liljedahl, namelijk dat studenten niet nadachten tijdens de les. Mazur kwam tot de conclusie dat zijn hoorcolleges geen begrip of denkvermogen cultiveerden, maar studenten enkel trinden om tekstboekproblemen op te lossen via uit het hoofd geleerde algoritmen. Vervolgens merkte Mazur ook dat hoewel hij als professor moeite had met de studenten tot inzichten brengen, dat studenten minder moeite leken te hebben om elkaar iets uit te leggen. Hierbij refereert Mazur aan *the curse of knowledge*, een cognitieve bias waarbij iemand, eenmaal in het bezit van bepaalde kennis, moeite heeft om zich te voor te stellen hoe het is om die kennis niet te hebben. Hierdoor kan die persoon lastig communiceren met anderen die de kennis niet hebben (Wiemann, 2007). In de context van onderwijs omschrijft Mazur dit als dat een student die iets net geleerd heeft, beter in staat is om datgene uit te leggen aan iemand die het probeert te leren, omdat de student de uitdagingen van het leerproces nog vers in het geheugen heeft (Serious Science, 2014).

Kennismobiliteit bij peer instruction

Mazur combineert *flipping the classroom* hierom met *student discourse* en *peer instruction* (Mazur, 1997). Net als Liljedahl ziet Mazur kansen in een concept waarbij de docent een andere rol aanneemt, namelijk niet die van zender, maar die van coach voor het uitwisselen van kennis tussen studenten. Binnen *student discourse* vormt *peer instruction* een didactische methode om de kennisuitwisseling tussen studenten een plek te geven binnen het klaslokaal.

De vorm die Mazur inzet, kenmerkt zich door een start met een conceptueel uitdagende vraag die studenten individueel beantwoorden. De vraag is doorgaans in meerkeuzevorm en studenten kunnen stemmen op het antwoord dat ze juist achten. Na de eerste stemronde zoeken studenten iemand in hun omgeving op die een ander antwoord had en gaan ze in discussie om elkaar te overtuigen van hun eigen antwoord. Na de discussie wordt er nogmaals gestemd en worden de resultaten door de docent gebruikt om het concept verder uit te leggen, maar tijdens de uitwisseling heeft de docent enkel een faciliterende rol (Mazur, 1997).

Kennismobiliteit in thinking classrooms t.o.v. peer instruction

In *peer instruction* volgens Mazur is het verhogen van de *mode of engagement* te herkennen zoals omschreven door Liljedahl. Wanneer de studenten over de vraag nadenken en een antwoord geven, zijn ze met de taak bezig op het niveau *doing*. Vervolgens worden de studenten gedwongen om niet alleen te stemmen, maar hun antwoord te verantwoorden, gedachten te articuleren en hun redeneringen uit te leggen aan medestudenten die tot een ander antwoord zijn gekomen. Zo gaan

studenten in elk geval op het niveau *justifying* en eventueel het niveau *explaining* aan de slag met de taak.

Zowel Liljedahl als Mazur presenteren hun ideeën in de vorm van tastbare didactische middelen en gaan in op hoe die kunnen worden ingezet in lessen over wiskunde of respectievelijk natuurkunde. Een belangrijk verschil is dat bij Mazur de studentinteractie altijd docentgestuurd is, waarbij in *thinking classrooms* van Liljedahl studenten meer autonomie krijgen en de interactie door leerlingen zelf geïnitieerd kan worden. Docentgestuurde interactie tussen leerlingen vormt bij *thinking classrooms* een opstap naar de situatie met meer autonomie en de inzet ervan is wat Liljedahl omschrijft als een *micro-move*. Dat zijn suggesties voor aanpassingen binnen de lespraktijk die wat makkelijker zijn te doen voor docenten die een *thinking classroom* willen realiseren (Liljedahl, 2020).

3. Methodologie

In dit hoofdstuk wordt omschreven hoe het onderzoek is opgezet en uitgevoerd. Allereerst wordt een beschrijving gegeven van Design-Based Research, een iteratieve manier van onderzoek in het onderwijs die wordt toegepast voor dit onderzoek en de overwegende redenen waarom hiervoor is gekozen. Vervolgens wordt beschreven welke typen data zijn verzameld, op welke manieren de data zijn verzameld en hoe deze worden geanalyseerd. Ten slotte wordt de invulling van het iteratieve proces per iteratie beschreven. De invulling van latere iteraties is beïnvloed door de verzamelde data en verkregen inzichten uit eerdere iteraties. Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten die aanleiding waren tot de aanpassingen in de interventies, zie hoofdstuk 4 Resultaten.

3.1 Omschrijving van design-based research

Design-Based Research (DBR) is een iteratieve benadering van onderzoek gericht op het ontwikkelen en verbeteren van onderwijspraktijken door een systematische cyclus van ontwerp, implementatie, evaluatie en herziening. Het combineert theoretische inzichten en praktische oplossingen om complexe problemen in realistische onderwijscontexten te adresseren (Bakker & Van Eerde, 2014).

Kenmerkend voor *design-based research* is de nauwe samenwerking tussen onderzoekers en professionals uit de praktijk, waarbij het onderzoek zowel bijdraagt aan wetenschappelijke kennis als aan concrete verbeteringen in de praktijk. Het proces is iteratief van aard en elke cyclus biedt de mogelijkheid om het ontwerp bij te stellen op basis van empirische bevindingen.

Deze onderzoeksapproach kenmerkt zich verder door het gebruik van een *hypothetical teaching and learning trajectory* (HTLT), een instrument dat dient als richtlijn voor het ontwerpen en evalueren van onderwijsinterventies. Het HTLT bestaat uit drie onderdelen, ten eerste de doelen van de interventies, ten tweede de interventies in de vorm van onderwijsactiviteiten en ten derde de leerhypothesen in de vorm van vooronderstellingen over hoe leerlingen en docenten door de activiteiten heen bewegen en welke uitdagingen ze mogelijk ervaren.

Tijdens de ontwerpfase biedt het HTLT een praktisch kader gesterkt met theorie voor het ontwikkelen van interventies die aansluiten bij de behoeften en doelen van de onderwijspraktijk. Tijdens de implementatiefase dient het HTLT als referentiekader om te observeren hoe het leerproces daadwerkelijk tot uiting komt. Na iedere cyclus wordt het HTLT eventueel geactualiseerd op basis van empirische bevindingen. Dit leidt tot verfijning van de interventie en een beter begrip van het leerproces.

In dit onderzoek richt het HTLT zich specifiek op procesdoelen in plaats van inhoudelijke leerdoelen, wat betekent dat de nadruk ligt op het bevorderen van wiskundig probleemoplossen, zoals omschreven in hoofdstuk 2, en samenwerking. Dit onderscheid helpt om de nadruk te verschuiven van uitkomsten enkel binnen het domein *resources* (Schoenfeld, 1985) naar bredere, procesgerichte vaardigheden die essentieel zijn voor wiskundig probleemoplossen.

Door het HTLT te gebruiken als een dynamisch en iteratief instrument, faciliteert DBR niet alleen de ontwikkeling van effectieve interventies, maar draagt het ook bij aan de validiteit van de resultaten. Dit komt doordat de onderzoeker voortdurend theorie, ontwerp en praktijk met elkaar verbindt in een cyclisch proces.

Design-Based Research is gekozen als methodologische basis vanwege de kracht ervan om praktijkgerichte problemen in complexe onderwijsomgevingen in verbinding te brengen met theoretische vooruitgang. Het iteratieve karakter van DBR maakt het mogelijk om interventies te ontwerpen, te testen en te verfijnen binnen de realiteit van een klas. Hierdoor ontstaan oplossingen die niet alleen wetenschappelijk onderbouwd, maar ook praktisch toepasbaar zijn.

Daarnaast biedt het gebruik van HTLT binnen DBR een gestructureerd raamwerk om leer- en procesdoelen te ontwerpen en te evalueren. Het HTLT dient als een brug tussen ontwerp en implementatie, waarbij aannames over leerprocessen worden getoetst en verfijnd op basis van empirische gegevens. Deze combinatie van flexibiliteit en structuur maakt DBR bijzonder geschikt voor het ontwikkelen van innovatieve werkvormen die aansluiten bij de behoeften van zowel studenten als docenten. Door voortdurend theorie en praktijk te integreren, wordt kennis ontwikkeld die bijdraagt aan zowel wetenschappelijke inzichten als praktische verbeteringen in het onderwijs.

3.2 Situatieschets van de onderzoekspraktijk

Het onderzoek wordt gedaan in de colleges van een nieuw vak, Bewijstechnieken, op de Technische Universiteit Delft (TU Delft) aan de faculteit Electrotechniek, Wiskunde en Informatica (EWI). Dit vak is in het leven geroepen om eerstejaarsstudenten aan de bacheloropleiding Technische Wiskunde te helpen om de overstap van het niveau van het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs (vwo) naar dat van de universiteit te maken. In het vak ligt de nadruk op complexe problemen leren oplossen en wiskundige bewijzen te formuleren. De docenten van dit vak hebben ervoor gekozen om de studenten les te geven in een vorm sterk geïnspireerd op een aantal *best practices* van P. Liljedahl, zoals omschreven in zijn boek *Building Thinking Classrooms in mathematics* (Liljedahl, 2020).

Bij de colleges van het vak bewijstechnieken zullen studenten veel tijd spenderen opgedeeld in willekeurig samengestelde groepjes van drie, terwijl ze staand met hun groep op whiteboards complexe problemen proberen op te lossen. De problemen worden mondeling door de docent gegeven terwijl de studenten in hun groepjes staan. Aan het einde van de colleges is er gelegenheid voor de studenten om te beginnen aan het schrijven van een wiskundig bewijs. Dat bewijs dienen ze buiten de colleges om af te maken en in te leveren. Het werk tijdens de colleges gebeurt in groepjes, het bewijs formuleren op papier is een individuele opdracht.

Het vak Bewijstechnieken wordt door de studenten gevolgd in het eerste kwartaal van hun studie. Dit houdt in dat gedurende acht weken de studenten tweemaal per week een *thinking classroom* les krijgen, aanvullend op een wekelijks hoorcollege. De *thinking classroom* lessen duren elk twee uur. In eerste instantie was het doel van de lessen om één complex probleem per les te behandelen, maar na enkele lessen werd ervoor gekozen door de docenten om één probleem per week te behandelen. Met dit besluit kwam meer tijd beschikbaar voor verwerking, nabespreking en het geven van feedback op de ingeleverde bewijzen van studenten. Het vak wordt gegeven door vijf docenten in vijf

zalen aan vijf groepen studenten. Dit onderzoek richt zich op één van de zalen, waarin steeds dezelfde docent elke sessie dezelfde 18 studenten begeleidt.

De onderzoeker is zoveel mogelijk aanwezig bij de *thinking classroom* lessen van deze groep studenten. In overleg met de docent van de groep worden drie lessen uitgekozen om dataverzameling in uit te voeren. In het kader van het onderzoek, vraagt de onderzoeker aan de docent om de *thinking classroom* les op een specifieke manier uit te voeren of aan te passen. De lessen worden geobserveerd en studenten krijgen aan het eind van de lessen feedbackformulieren met open vragen over de kennisuitwisseling en hun ervaring met de aanpassing of interventie gekozen in het kader van het onderzoek. Voor het invullen van de formulieren krijgen de studenten ongeveer tien minuten binnen de lestijd. De feedback wordt verzameld en de onderzoeker nodigt na het doornemen van de formulieren eventueel studenten uit om opvallende antwoorden toe te lichten in een mini-interview. De eerste dataverzameling heeft plaatsgevonden in de vierde week van het vak Bewijstechnieken. De studenten hebben in iteratie 1 dus al enige basiservaring opgedaan met *thinking classrooms* en zijn in staat te reflecteren op verschillen naar aanleiding van een aanpassing of interventie. Mini-interviews vinden doorgaans een week na de dataverzameling plaats.

Het onderzoek richt zich op die rol van de docent in het bewerkstelligen van interactie en kennismobiliteit. De bewerkstelling van docentgestuurde interactie als *micro-move* zoals omschreven in hoofdstuk 2 is het doel, waarbij carouselinteractie wordt iteratief ontwikkeld als een mogelijk didactisch middel om dit doel te bereiken in *thinking classrooms*. Carouselinteractie wordt verder toegelicht in paragraaf 3.4.

3.3 Data-verzameling

3.3.1 Exitformulieren

De deelnemers van dit onderzoek zijn 18 studenten die het vak Bewijstechnieken aan de TU Delft volgen. De data-verzameling vindt plaats tijdens en na afloop van de *thinking classroom*-lessen. De data die hoofdzakelijk verzameld worden, zijn de antwoorden van deelnemers op exitformulieren. Voor elke iteratie is een specifiek exitformulier gemaakt bestaande uit tien open vragen. Er worden geen gesloten vragen gesteld. De vragen op de exitformulieren zijn gericht op de interactie tussen studenten, hun ervaringen met de lesvorm en interventies en eventuele verdere feedback of reflectie gericht op de interventies. In bijlage B worden de exitformulieren gedeeld die gebruikt zijn voor het verzamelen van deze kwalitatieve feedback. Eerst worden er vragen gesteld waaruit moet blijken of er docentgestuurde interactie in de vorm van kennismobiliteit is gerealiseerd. Dit is een randvoorwaarde voor een succesvolle implementatie en deze vragen worden elke iteratie gesteld. Vervolgens worden er vragen gesteld met een open karakter over de betreffende iteratie. Dit biedt ruimte voor de studenten om te reflecteren op de interventie, zowel op eventuele verschillen die worden opgemerkt, als onvoorziene zaken die de onderzoeker mogelijk inzicht kunnen geven in de leerervaring van de studenten.

Er is gekozen voor grote omkaderde vakken per vraag, gezien de manier waarop ruimte of lay-out gebruikt wordt invloed heeft op gedrag. Een groot invulveld suggereert dat uitgebreide antwoorden wenselijk zijn (*spatiale framing*). Dit is een vorm van *nudging* (Weijers, De Koning & Paas, 2020). Deelnemers worden bij aanvang van iteratie 1 met nadruk verzocht om de open vragen met volzinnen te beantwoorden en het belang van hun feedback voor de lessen in het algemeen en de uitvoering van dit onderzoek wordt besproken.

De antwoorden van de deelnemers worden anoniem verzameld per iteratie en geanalyseerd met hulp van het HTLT, zoals te vinden in Tabel 2 van paragraaf 4.1. Er wordt gekeken of kennismobiliteit is gerealiseerd door de antwoorden van studenten met betrekking tot onderlinge interactie te analyseren. Vervolgens worden antwoorden op iteratie-specifieke vragen besproken. Niet alle antwoorden worden aangehaald, maar ook de antwoorden die niet expliciet benoemd worden, worden wel meegenomen in de analyse. Alle verzamelde data zijn terug te vinden in bijlage C.

3.3.2 Mini-interviews

De antwoorden van studenten geven soms aanleiding om meer van de student te willen horen. Studenten kunnen iets opschrijven wat niet geheel duidelijk is, maar ook juist met inzichten komen die de effecten van afgelopen iteraties in een nieuw licht zetten. Ook komen uit bevraging van studenten met dergelijke antwoorden mogelijk nieuwe kansen naar voren voor volgende iteraties. Concrete uitwerking van een interviewvraag hangt af van het door een student gegeven antwoord dat aanleiding vormt voor het interview. De interviews bestaan hoofdzakelijk uit een benoeming van het opvallende antwoord dat een student gegeven heeft via een exitformulier, gevolgd door een kort gesprek waarin de student het antwoord verder toelicht. Het is mogelijk dat een student zaken benoemt of omschrijft waar de onderzoeker vervolgens weer op doorvraagt, maar los van het vragen om toelichting op een opvallend antwoord op een exitformulier, worden er geen specifieke interviewvragen voorbereid.

Studenten vullen de formulieren anoniem in, maar krijgen de optie bij de laatste vraag om hun naam toch in te vullen. Hierbij staat dat een verdere toelichting op hun antwoorden, inzichten en ideeën mogelijk bijdraagt aan het onderzoek en dat als ze hun naam opschrijven ze mogelijk worden uitgenodigd om een dergelijke toelichting te geven. Er wordt nadrukkelijk vermeld dat de data alsnog anoniem verwerkt worden voor het onderzoek. De naam is enkel een middel om de juiste persoon te kunnen uitnodigen voor een mini-interview.

Na elke iteratie worden de antwoorden van studenten doorgenomen en een of meer studenten uitgenodigd voor een mini-interview. De resultaten van de interviews staan per iteratie beschreven in hoofdstuk 4. Na de analyse van iteratie 2 bleek het echter niet mogelijk om de interviews af te nemen voorafgaand aan de interventie van iteratie 3. De antwoorden die hebben bijgedragen aan de aanpassingen voor iteratie 3 zijn wel besproken, maar het mini-interview betrof op natuurlijke wijze wel de effecten van de interventie uit iteratie 3 op de zorgen geuit na iteratie 2. Daarom is ervoor gekozen om deze interviews ook te bespreken onder iteratie 3. Het interview op basis van de derde iteratie is apart afgenomen en wordt erna besproken in hoofdstuk 4.

Audio-opnames van de interviews worden gemaakt als referentiemateriaal om de gesprekken nauwkeurig te kunnen verwerken in de resultaten. Deze opnames dienen ter ondersteuning bij de analyse en interpretatie van de interviews.

3.3.3 Beeldopnames

De interventies van iteraties 1, 2 en 3 worden opgenomen met behulp van een videocamera. Enkele minuten voorafgaand aan de interventie, de interventie zelf en enkele minuten na afloop van de interventie komen op beeld. De praktijksituatie beperkt het onderzoek tot de opname van de helft van de collegezaal. Hierbij komen drie van de zes groepen in beeld met de borden waarop ze werken.

De beeldopnames worden gemaakt als aanvullende waarborg om mogelijke aanvullende aspecten van de interventies, indien deze door het iteratieve karakter van het onderzoek relevant worden,

nader te analyseren of met experts te bespreken. Het is echter niet de verwachting dat deze opnames gebruikt zullen worden.

3.3.4 Informed consent

De deelnemers zijn allen ouder dan 16 en daarom in staat om toestemming te geven voor het verzamelen en verwerken van hun gegevens ten behoeve van dit onderzoek. Voorafgaand aan de start van dit onderzoek stelt de onderzoeker zich voor aan de studenten, wordt hen meer verteld over de context en uitvoering van het onderzoek en wordt hen gevraagd om toestemming te geven voor het verzamelen en verwerken van gegevens zoals omschreven in dit hoofdstuk. Niet meedoen aan het onderzoek hindert studenten niet in hun vermogen om het vak bij te wonen of af te ronden voor hun studie. Deze studenten worden niet bevraagd door middel van een formulier of interview en kunnen deelnemen aan de colleges door de groepen op een andere manier samen te stellen, waarbij de willekeur behouden wordt, maar studenten die geen deelnemer zijn enkel in de groepen buiten het zicht van de camera geplaatst kunnen worden. Een voorbeeldformulier zoals gebruikt, is te vinden in bijlage A.

3.4 Beschrijving van de iteraties en toelichting gemaakte keuzes

Dit onderzoek bestaat uit drie iteraties. In deze paragraaf worden de iteraties van het onderzoek en de keuzes die daarvoor gemaakt zijn omschreven. Voor de eerste iteratie wordt een uitgebreidere omschrijving gegeven, waar bij de tweede en derde iteratie enkel de gemaakte aanpassingen worden beschreven. Motivatie voor de aanpassingen zal voortkomen uit observaties en verzamelde feedback uit vorige iteraties. Deze worden hier waar nodig kort aangehaald, maar worden uitgebreider besproken in hoofdstuk 4 Resultaten.

3.4.1 Iteratie 1: Carrouselinteractie

De studenten hebben inmiddels hun eerste ervaringen met *thinking classrooms* opgedaan en vervolgens zal nu in samenwerking met de docent gesleuteld worden aan de vormgeving van de sessie om docentgestuurde interactie te realiseren.

Gezien de manier van werken nog nieuw is voor zowel de studenten als de docent, is gekozen voor het uitwerken van de micro-move, namelijk docentgestuurde interactie tussen leerlingen. De vorm die wordt geprobeerd, gaat als volgt:

1. De studenten worden willekeurig ingedeeld in groepen van drie, door middel van het laten trekken van speelkaarten A t/m 6, en gaan in hun groepjes staan;
2. De docent introduceert kort de probleemstelling van de les;
3. De studenten gaan staand bij de whiteboards aan de slag met het probleem;
4. Ongeveer halverwege de les kiest de docent een moment waarop van elke groep een student met de klok mee doordraait naar het groepje ernaast;
5. Elke groep gaat een aantal minuten in gesprek met de student van een andere groep, waarbij ze elkaar uitleggen wat hun groepjes tot zover hebben gedaan. Hierbij worden onder meer vermoedens, formulering en notatie, denkstappen en methoden besproken en uitgewisseld;
6. De studenten gaan op aanwijzing van de docent terug naar hun eigen groep, waarbij de groepsleden bespreken wat voor nieuwe informatie ze hebben gekregen en hoe deze al dan niet te gebruiken;
7. De studenten werken verder in eigen groepen aan het probleem;
8. Op initiatief van de docent wordt er nabesproken in de vorm van een groepsgebesprek met alle studenten, waarbij de studenten voornamelijk aan het woord zijn.

Stappen 4, 5 en 6 vormen hier samen wat verder omschreven zal worden als ‘een carrousel’. Verder staan in overige stappen enige randvoorwaarden van een *thinking classroom* zoals die wordt uitgevoerd binnen de scope van dit onderzoek. Het staat de docent vrij om aan te voelen wat een goed moment is voor de carrousel, met als enige beperking dat het de bedoeling is dat studenten voldoende tijd voor en na de carrousel hebben. Stap 3 dient studenten genoeg tijd te geven om het probleem te doorgronden en eerste pogingen te doen om tot een oplossing te komen. Als deze stap te weinig tijd in beslag neemt, hebben groepen weinig, of niets, om uit te wisselen tijdens de carrousel. Ook voor stap 7 moet voldoende tijd overblijven. Het zal groepen enige tijd kosten om te inventariseren wat ze voor nieuwe informatie en inzichten tot hun beschikking hebben en wat ze daar eventueel van willen gebruiken. Het is mogelijk dat een groep besluit na de carrousel een drastisch andere aanpak te hanteren of grote aanpassingen te doen aan wat ze tot op dat moment op hun bord hadden verzameld.

Voor het kiezen van een geschikt moment voor de carrousel, houdt de docent in de gaten of de studenten in *flow*-toestand werken. De uitdaging dient groot genoeg te zijn om interesse vast te houden, maar niet zo moeilijk dat het tot totale frustratie en ontmoediging leidt (Csikszentmihalyi, 1990). Voor de docent vormt dat een uitdaging, aangezien er zes groepen parallel aan elkaar aan een complex probleem werken en de aanwezige niveauverschillen kunnen betekenen dat sommige groepen wel in *flow*-toestand komen en andere niet. Daarom is de docent tijdens stap 3 bezig om groepjes te helpen in *flow* te komen door bijvoorbeeld aan een groep een hint te geven als de frustratie daar oploopt of een verdiepende vraag te stellen als de uitdaging te klein blijkt, zoals ook is besproken in hoofdstuk 2. Zo wordt geprobeerd om te gaan met de verschillen in optimale timing van de carrousel per groep.

Voor het doorlopen HTLT, bestaande uit de procesdoelen voor de studenten, de leeractiviteiten en de verwachte leerprocessen per iteratie, zie de tabellen in paragraaf 4.1.

3.4.2 Iteratie 2: Carrouselinteractie met gerandomiseerd doorschuiven

In hoofdstuk 4.2 wordt besproken in hoeverre kennismobiliteit en docentgestuurde interactie is gerealiseerd in iteratie 1. Naar aanleiding van de analyse van de verzamelde data uit iteratie 1 is de volgende aanpassing met betrekking tot gerandomiseerd doorschuiven gemaakt aan de interventie.

Naar aanleiding van de verzamelde feedback zijn twee deelnemers geïnterviewd. Uit een van de interviews kwam naar voren dat niveauverschillen tussen studenten binnen groepjes van drie mogelijk in negatieve zin een rol speelden. Er werd geïmpliceerd dat zonder verdere aanmoediging van de docent, studenten hun groepsleden geen hulp of uitleg gaven als die het probleem, of de oplossing waaraan gewerkt werd, niet begrepen. Hierdoor haakten studenten die geen uitleg kregen mogelijk af.

Iteratie 1 verliep goed. De verzamelde feedback liet dit ook zien. De vorm van carrouselinteractie in iteratie 1 liet echter onbedoeld ruimte voor studenten die het probleem, of de oplossing waaraan gewerkt werd, niet begrepen om af te haken. Het zou mogelijk zijn geweest dat studenten niet of nog maar weinig participeerden en al het werk, inclusief de carrouselinteractie, aan de participerende groepsleden over lieten. In dat geval zou dit niet uit de dataverzameling van iteratie 1 naar voren zijn gekomen, omdat er niet gericht naar gevraagd werd. Uit iteratie 1 bleek dat studenten positief waren over de carrouselinteractie, maar voor iteratie 2 zal worden gekeken of dit positieve geluid consistent blijft als betrokken blijven in zekere mate wordt afgedwongen.

Voor iteratie 2 wordt de lesvorm zoals beschreven in iteratie 1 uitgevoerd, met als aanvulling dat de groepen niet zelf kiezen in stap 4 welk groepslid er doorschuift naar de andere groep. Bij stap 4

kondigt de docent aan dat de studenten gaan doorschuiven en noemt de docent een symbool, bijvoorbeeld harten. Binnen elke groep kijken de studenten naar de kaart waarmee ze in die groep zijn ingedeeld en draait vervolgens de student met de hartenkaart door. Aan het begin van de les wordt dit duidelijk aangekondigd. Het doel is dat wie er doordraait onbekend is, niet dat de aanpassing van de interventie onbekend is. Dat studenten niet weten wie er doordraait heeft namelijk mogelijk effect op hoe ze betrokken raken en blijven bij de les. Doordat studenten weten dat er een reële kans bestaat dat ze zelf over hun eigen groepswork moeten vertellen tijdens de carroussel, wordt afhaken onaantrekkelijker en het stellen van vragen binnen de eigen groep juist aantrekkelijker. Dit kunnen studenten die voorheen zich bewust op de achtergrond hielden of stopten met participeren als negatieve druk ervaren, maar dat wil niet zeggen dat de aanpassing zelf negatief is. Het doel is om iedereen te laten bijdragen aan het groepswork.

Deze uitbreiding komt met een aanvullend procesdoel, en een aangepaste verwachting ten opzichte van iteratie 1. Alle procesdoelen, leeractiviteiten en verwachte leerprocessen zijn te vinden in Tabel 2 van paragraaf 4.1.

3.4.3 Iteratie 3: Carrouselinteractie met randomisatie én overlegtijd

In hoofdstuk 4.3 wordt besproken in hoeverre kennismobiliteit en docentgestuurde interactie is gerealiseerd in iteratie 2. Daarna wordt er besproken wat de effecten waren van de aanpassing van de interventie ten opzichte van iteratie 1. Naar aanleiding van de analyse van de verzamelde data over deze effecten uit iteratie 2 is de volgende aanpassing met betrekking tot overlegtijd gemaakt aan de interventie.

De aanpassing in iteratie 2 liet zien dat er daadwerkelijk een student negatieve feedback gaf omdat ze liever op de achtergrond bleef en niet zelf wilde uitleggen. Hiermee werd dit vermoeden dus bevestigd. Vervolgens was een opvallende bijvangst, dat degenen met wie de student kennis had uitgewisseld, aangaven dat de uitwisseling goed verliep. De negativiteit zat in de ervaring van de student die niet wilde participeren, maar niet in de kwaliteit van de interactie. Een andere student gaf ook aan dat er meer stress ervaren kan worden bij carrouselinteractie in de vorm van iteratie 2. Voor iteratie 3 wordt er dus gekeken of de voordelen met betrekking tot de gedwongen participatie behouden kunnen worden, terwijl de nadelen van toegevoegde stress of negatieve gevoelens over het mogelijk moeten vertellen over eigen werk weggenomen worden.

Voor iteratie 3 wordt de lesvorm zoals beschreven in iteratie 2 uitgevoerd, met als aanvulling dat wanneer de groepen horen dat er wordt doorgedraaid er eerst enkele minuten overlegtijd volgt binnen de eigen groep. Nadat de groepen kort de kans hebben gekregen het eigen werk en verhaal te structureren en samen op één lijn te zitten, noemt de docent weer een symbool en vervolgt de carrouselinteractie als in eerdere iteraties.

Deze uitbreiding komt met een aanvullend procesdoel, en een aangepaste verwachting ten opzichte van iteratie 2. Alle procesdoelen, leeractiviteiten en verwachte leerprocessen zijn te vinden in Tabel 2 van paragraaf 4.1.

3.5 Validiteit en betrouwbaarheid van kwalitatief onderzoek

In *design-based research* wordt interne validiteit versterkt door vermoedens te testen ten opzichte van andere typen data en data van andere studenten. Het iteratieve karakter van deze onderzoeksmethodiek maakt het ook mogelijk om eerder geformuleerde vermoedens te testen ten opzichte van data uit latere iteraties (Bakker & Van Eerde, 2015). Door uitgebreid te omschrijven,

itererend te onderzoeken en door alle data te laten zien, wordt voor dit onderzoek de interne validiteit gewaarborgd.

De externe validiteit wordt gekenmerkt door de generaliseerbaarheid van de resultaten van het onderzoek (Bakker & Van Eerde, 2015). Binnen dit onderzoek speelt wederom het iteratieve karakter hierin een rol, waarbij de resultaten uit de ene iteratie worden gebruikt voor het verbeteren van de onderwijsinterventie. Deze interventie wordt in zijn uitgewerkte vorm gepresenteerd als een didactisch middel dat inzetbaar is voor docenten in andere onderwijssettingen en waar zo nodig op door kan worden geïtereerd. In die zin worden de resultaten zeker generaliseerbaar geacht.

Om de interne betrouwbaarheid te waarborgen, vindt er herhaaldelijk overleg plaats tussen de onderzoeker en de docent van de lespraktijk. Ideeën voor implementaties worden hierin besproken en achteraf worden de interventies geëvalueerd. Daarnaast worden data ook verzameld in vormen die niet beïnvloed worden door de onderzoeker, zoals exitformulieren, audio- en beeldopnames zoals besproken in paragraaf 3.3.

Ten slotte wordt externe betrouwbaarheid bij deze onderzoeksmethodiek geïnterpreteerd als virtuele repliceerbaarheid (Bakker & Van Eerde, 2015). Daarom wordt de methode uitgebreid gedocumenteerd en worden gemaakte keuzes in het iteratieve proces altijd gemotiveerd. Zo worden gemaakte keuzes traceerbaar en navolgbaar gemaakt.

3.6 Analyse en presentatie van data

Voor dit onderzoek is gekozen om de kwalitatieve data niet systematisch te coderen, maar in plaats daarvan de representatie en analyse te richten op een thematische beschrijving van de, in de ogen van de onderzoeker, meest relevante bevindingen. Deze keuze is ook gemaakt op basis van de aard en omvang van de verzamelde data.

Voor het doen van iteratief onderzoek wordt een onderzoekende houding aangenomen waarbij brede, open vragen gesteld worden aan de respondenten. De richting van het onderzoek kan mogelijk worden bijgesteld naar aanleiding van verrassende antwoorden of inzichten die daaruit worden opgedaan. Bovendien bestaat de data uit reflecties op specifieke aspecten van de iteraties. Dit beperkt de noodzaak van een uitgebreide codering, aangezien de variatie in antwoorden overzichtelijk blijft en de belangrijkste thema's direct uit specifiek de formulering van de antwoorden naar voren kunnen komen.

Vooraf een systematische codering formuleren en toepassen op de data heeft daarom niet de voorkeur. Door juist voorbeelden te presenteren én opmerkelijke antwoorden te belichten, wordt een beeld geschetst per iteratie. Op basis van dat beeld wordt een volgende iteratie ontworpen. Het staat lezers uiteraard vrij om in de verzamelde data na te gaan dat de gepresenteerde voorbeelden inderdaad representatief zijn voor de groep respondenten. De data zijn te vinden in bijlage C.

4. Resultaten

Dit hoofdstuk bestaat uit twee delen. Het eerste deel is paragraaf 4.1, waarin de drie fasen van design-based research voor dit onderzoek in aparte tabellen worden weergegeven. De tabellen geven een overzicht van de doorlopen hypothetische doceer- en leertrajecten in de verschillende fasen van het onderzoek. De nummering in de eerste kolom van elke tabel geeft aan op welke iteratie de informatie betrekking heeft. Het tweede deel van dit hoofdstuk bestaat uit een paragraaf per iteratie en deelvraag waarin de bijbehorende resultaten worden gepresenteerd.

4.1 Uitvoering design-based research

Tabel 1 DBR uitvoering, fase voorbereiding per iteratie

	Experiment	Bijzonderheden lesplan	Verwachtingen
1	Carrouselinteractie	Op een door de docent gekozen moment schuift van elke groep studenten één persoon door naar de groep ernaast (met de klok mee). Vervolgens gaan groepen in gesprek met de bezoeker en wisselen ze ideeën uit. Zowel de inzichten van de bezochte groep als die van de bezoeker worden besproken. Op aanwijzing van de docent keert iedereen terug naar de eigen groep en wordt binnen de groepen gereflecteerd op mogelijk nieuwe inzichten die ze hebben opgedaan en werken de groepen verder aan het probleem.	Studenten zullen niet gewend zijn aan gezamenlijk reflecteren op het probleem, zeker met studenten die mogelijk een totaal andere aanpak hanteerden. Door gebrek aan ervaring zal de kwaliteit van de structureren van het eigen denkproces mogelijk in eerste instantie tegenvallen, maar het opdoen van nieuwe inzichten en daarmee verder komen zal als prettig worden ervaren. Studenten ontwikkelen zich binnen de domeinen <i>heuristics</i> , <i>control</i> en <i>beliefs</i> (Schoenfeld, 1985) en komen in een hogere <i>mode of engagement</i> (Liljedahl, 2020).
2	Carrouselinteractie met random doorschuiven	De carrouselinteractie wordt uitgebreid met willekeurige selectie van degene die doorschuift in elk groepje. De groepjes werden al willekeurig ingedeeld door ieder een speelkaart te laten trekken (harten/klaver/schoppen, A t/m 6). De docent noemt, pas op het moment van de carrousel, een type kaart zoals harten. Vervolgens draaien alle harten door. Deze aanpassing, maar nog niet welke kaarten doorschuiven, wordt aan de start van de les gecommuniceerd.	Studenten zullen enigszins van hun stuk worden gebracht, maar de noodzaak van participatie verhoogt. De autonomie van de lesvorm wordt gekoppeld aan meer verantwoordelijkheid en eigenaarschap van het eigen leren (Liljedahl, 2020). De aanpassing wordt mogelijk als negatief ervaren in eerste instantie.
3	Carrouselinteractie met random doorschuiven én overlegtijd	De carrouselinteractie uit iteratie 2 wordt verder uitgebreid met een kort overlegmoment. De docent kondigt niet de carrousel aan op het moment zelf, maar twee minuten ervoor. Dit doet hij met de opdracht om binnen de eigen groep op één lijn te komen zodat eenieder in staat zal zijn te vertellen over wat de groep heeft gedaan en bereikt.	Studenten die het lastig vonden om bij te blijven met hun groep ervaren een lagere drempel om vragen te stellen en worden er weer bij getrokken. Iedereen in de groep is in staat om een andere groep te vertellen over het werk van de eigen groep. Dat groepen eerst intern hun verhaal voorbereiden, komt de structuur en kwaliteit van de uitleg aan andere groepen ten goede. Studenten die dat uit zichzelf lastig vinden, worden geholpen om naar een hogere <i>mode of engagement</i> te stappen (Liljedahl, 2020).

Tabel 2 DBR uitvoering, fase experiment per iteratie

	Procesdoelen	Leeractiviteiten	Verwachte leerprocessen	Aanpassingen HTLT tijdens uitvoering	Effecten van experiment
1	Studenten zijn in staat om hun eigen groepswork uiteen te zetten voor studenten uit andere groepen	Tijdens de carouselinteractie legt degene die doorschuift uit wat zijn groep heeft gedaan en leggen degene die achterblijven uit wat hun groep heeft gedaan.	Studenten worden gedwongen om te schakelen naar een hogere <i>mode of engagement</i> en vanuit die modus gaan zij de interactie aan.	Als mogelijke tekortkoming blijkt dat de studenten met het meeste vertrouwen zichzelf naar voren (laten) plaatsen bij de interactie. Niet alle studenten doen mogelijk die stap omhoog in modes of engagement.	Alle studenten hebben deelgenomen aan de carousel al dan niet als doorschuiver. Studenten gaven vaak aan de frisse blik van anderen nuttig te vinden.
1	Studenten reflecteren op nieuwe informatie en inzichten die ze opdoen uit interactie	Na de carousel komt elk groepje weer bij elkaar en bespreken ze wat ze gezien en geleerd hebben van anderen, en hoe dit al dan niet mee te nemen bij het eigen proces.	Studenten leren om te reflecteren op de nieuwe kennis en om bewuste keuzes te maken in wat ermee te doen in de voortzetting van hun eigen werk.	n.v.t.	De meeste studenten waren achteraf in staat te verwoorden hoe ze verkregen informatie hadden gebruikt of als het niet gebruikt werd waarom dat zo was.
2	De doelen uit iteratie 1, aangevuld met: Studenten ervaren een gelijke mate van betrokkenheid en verantwoordelijkheid voor het delen en uitleggen van groepsvoortgang aan anderen.	De activiteiten uit iteratie 1, aangevuld met het willekeurig selecteren van de studenten die doordraaien tijdens de carousel. Ieder moet kunnen uitleggen waar de groep aan heeft gewerkt.	Idem aan iteratie 1, met de aanvulling dat studenten naast de vrijheid van de lesvorm ook meer verantwoordelijkheid ervaren voor hun participatie. Iedereen wordt evenveel eigenaar van het groepswork.	Een mogelijk reflectiepunt blijkt dat het moeilijk blijft voor studenten die het probleem, of de oplossing waaraan gewerkt wordt, niet begrijpen om hiervoor uit te komen, maar dat studenten die het juist wel begrijpen het initiatief om vragen te stellen terecht bij de ander te laten.	De interactie is goed verlopen en het merendeel stond neutraal tegenover de aanpassing. Er bleken inderdaad studenten te zijn die niet die hogere <i>mode of engagement</i> bereikten en de mogelijkheid te moeten vertellen als negatief zagen.
3	De doelen uit iteratie 1 en 2 zijn onveranderd	De activiteiten uit iteratie 1 en 2, aangevuld met een overlegmoment voor de groepen, nadat de docent de carousel aankondigt, maar voordat de groepen horen wie er doordraait.	De verwachtingen uit iteratie 1 en 2, waarbij studenten het overlegmoment als vangnet ervaren, minder stress ervaren en elkaar eerder vragen durven stellen doordat vanuit de docent een ijkmoment aangewezen wordt.	n.v.t.	Alle ervaringen van studenten zijn neutraal of positief. De stress is weggenomen en er wordt goed overlegd, maar een eerder positieve student zet wel een negatieve kanttekening met zorgen dat een vangnet lagere participatie mogelijk in de hand speelt.

Tabel 3 DBR uitvoering, fase evaluatie per iteratie

	Evaluatie activiteit	Evaluatie feedback	Verbeteringsmogelijkheden en vervolgvragen
1	De carrousel verliep zoals gepland. Elk groepje koos iemand om door te schuiven, maar hierdoor schoof mogelijk steeds degene door die het meest had bijgedragen aan het probleem. Sommige studenten hielden zich bewust meer op de achtergrond. Er werd uitvoerig overlegd tijdens en na de carrousel.	De meeste studenten geven aan erg positief te staan tegenover de carrouselinteractie en vertellen hoe uitleggen ze het beter helpt te begrijpen of hoe een nieuw inzicht ze heeft geholpen toen ze vastliepen. Wel wordt soms benoemd dat het in sommige gevallen minder toevoegt of dat het fijner zou zijn om zelf te bepalen wanneer te overleggen of het niet te doen. Hieruit blijkt dat verschillende groepjes verschillend in flow komen en dat het lastig blijft om een moment te vinden dat voor iedereen goed werkt, zoals besproken in hoofdstukken 2 en 3. Ook wordt soms benoemd dat niveauverschillen binnen groepjes voor uitdagingen kunnen zorgen.	Alle doorschuivers gaven aan goed over te kunnen brengen wat hun groep had gedaan. Dit is wenselijk, maar misschien een bijkomstigheid van het vrij laten kiezen wie er doorschuift. Blijft de algemene ervaring met de carrouselinteractie positief als de doorschuivers ook bestaan uit studenten met eventueel wat minder vertrouwen?
2	De les verliep zoals gepland. De docent gaf duidelijk aan het begin van de les aan wat er anders zou zijn, waardoor de studenten aan de slag gingen in de wetenschap dat ieder mogelijk later zou doorschuiven om te vertellen over het groepswork. Verder verliep de carrousel ook zoals bedoeld. Een enkel aandachtspunt kan zijn om nog beter te benadrukken dat studenten hun kaart goed moeten bewaren, zodat studenten niet eerst hun kaart moeten terugzoeken voor ze kunnen doordraaien.	De meeste feedback met betrekking tot de aanpassing was neutraal. Enkele studenten waren positief, omdat het wat ongemak wegnam bij het beslissen van de doorschuiver. Ook gaf een student aan, uit wiens antwoorden bleek dat ze graag de achtergrond opzocht, de aanpassing negatief te vinden. Een andere student gaf aan dat het voor extra stress zorgt als hij/zij iets niet snapt en het daardoor licht negatief vond. Meerdere studenten reflecteerden actief op niveauverschillen en de vraag hoe ze daar mee om (kunnen) gaan.	Het feit dat studenten die bewust een stap terug deden niet altijd blij zijn met de kans om actief mee te moeten doen, wil niet zeggen dat het geen succesvolle aanpassing is. Dit is juist een signaal dat ze meer betrokken worden. Wel is het doel om ze te betrekken en niet om ze extra veel stress te bezorgen. Mogelijk kan de lesvorm worden aangepast om degenen die het begrijpen en degenen die het, vanaf een bepaald moment, niet meer begrijpen meer met elkaar in gesprek te houden.
3	Met de aanpassing van het overlegmoment zijn niet alleen de uitdagingen van iteratie 2 opgelost voor studenten die het niet begrepen, maar een bijkomend positief aspect was dat groepjes het moment benutten om samen op één lijn te komen, ook als er geen groepslid was die in enige mate was afgehaakt. Het samenvatten van eigen werk leidt mogelijk ook tot effectievere uitwisseling van informatie.	De negatieve feedback uit iteratie 2 is niet teruggekomen in iteratie 3. De studenten koppelen neutrale en positieve gevoelens terug t.o.v. de aanpassingen. Studenten koppelen ook soms terug dat ze zelf beter konden uitleggen door het voorafgaande overlegmoment, of dat de doorschuiver van een andere groep beter wist uit te leggen dan in vorige weken. Het overlegmoment komt dus niet alleen de genoemde stress, maar óók de kwaliteit van kennisuitwisseling ten goede.	Met deze iteraties is de carrouselinteractie ontwikkeld tot een bruikbaar didactisch middel binnen <i>thinking classrooms</i> met het oog op docentgestuurde interactie. Mogelijke vervolgvragen worden besproken in de discussie.

4.2 Iteratie en deelvraag 1

In deze paragraaf wordt ingegaan op de resultaten rondom de deelvraag:

Welke obstakels voor het realiseren van kennismobiliteit komen naar voren uit de eerste ervaringen van studenten met carouselinteractie in een thinking classroom?

Voor de beantwoording van de deelvraag zijn via een exitformulier data verzameld in de vorm van open vragen met betrekking tot kennismobiliteit en ervaring met de lesvorm. Het exitformulier is terug te vinden in bijlage B. Op basis van gegeven antwoorden zijn twee studenten kort geïnterviewd om verdere toelichting te geven op hun antwoorden.

Het experiment in iteratie 1 is uitgevoerd met als doel het faciliteren van kennismobiliteit in de vorm van carouselinteractie. Om dit reflectief te analyseren, wordt met hulp van het HTLT gekeken naar:

- In hoeverre er inderdaad sprake is geweest van kennismobiliteit:
 - in hoeverre studenten inderdaad op een hoger niveau betrokken zijn geweest bij de activiteit (zenden)
 - in hoeverre studenten verantwoordelijk om zijn gegaan met wat ze van anderen leren (ontvangen)
- Signalering van risico's voor het consistent faciliteren van kennismobiliteit via dit experiment door te kijken naar de ervaring en houding van studenten

4.2.1 Kennismobiliteit in iteratie 1

Alle data zijn terug te vinden in bijlage C. De studenten geven vooral aan dat er sprake was van informatie-uitwisseling tijdens de carousel. Uit meerdere groepen geven studenten aan dat zij in fase 1, voorafgaand aan de carousel, wel eens op andere borden hebben gekeken. Maar het merendeel van de uitwisseling van informatie gebeurde volgens de antwoorden tijdens de carousel. Zo schrijft deze student bijvoorbeeld:

“In fase 2 gevraagd waar de groep waar ik naartoe ging mee bezig was en in fase 3 gehoord waar het groepje waarvan iemand naar mijn oorspronkelijke groep was toegekomen mee bezig was.”

Zowel studenten die doorschoven naar een andere groep als studenten die bleven staan, gaven aan dat er succesvol informatie werd uitgewisseld tijdens de carouselinteractie. Verschillende studenten beschreven hierbij dat de groepen vergelijkbare ideeën en inzichten hadden. Soms leidde dit ertoe dat de uitwisseling meer een korte brainstormsessie werd met mensen uit een ander groepje, waaruit eventuele ideeën weer in fase 3 met de eigen groep werden besproken. Zo schrijft deze student over het verloop van de carouselinteractie:

“Goed uit kunnen leggen omdat we met dezelfde formule bezig waren. We hadden allebei moeite met dezelfde stap dus we waren op hetzelfde niveau.”

Liljedahl (2020) omschreef de modes of engagement als *doing*, *justifying*, *explaining*, *teaching* en *creating*. De verwachting was dat studenten niet alleen in *doing* en *justifying* bleven hangen maar ook op het niveau *explaining* en *teaching* betrokken werden bij de activiteit. Uit antwoorden op de vragen met betrekking tot de houding van studenten ten opzichte van *thinking classrooms* en interactie, blijkt dat studenten inderdaad betrokken worden op hogere niveaus. Twee voorbeelden hiervan zijn:

“Ik vind het leuk en leerzaam. Door op verschillende manieren ergens naar te leren kijken, ontwikkelen we ons vermogen tot analyseren en bedenken van vervolgstappen in redeneren. Conclusies trekken uit informatie en met die conclusies weer verder redeneren.”

En *“Slim concept, je legt uit wat jullie hebben gedaan waardoor je het zelf beter snapt + je krijgt soms een ander perspectief van het oplossen van het probleem.”*

Niet alle groepen hebben naar aanleiding van de uitwisseling nieuw verkregen ideeën of inzichten toegepast in hun eigen werk. Dat wil echter niet altijd zeggen dat er niet serieus mee is omgegaan. Zo wordt er aangegeven dat de uitwisseling voor validatie heeft gezorgd of dat de uitwerking van de andere groep te veel afweek van de eigen manier om er stukken van te benutten. Zo geeft deze student aan dat er serieus met de informatie is omgegaan:

“Gaan analyseren of het echt klopte, en vervolgens gaan overleggen of er nuttig gebruik van kon worden gemaakt of dat het misschien nergens toe leidde.”

4.2.2 Mini-interviews iteratie 1

Uit de verzamelde feedback zijn twee risico's naar voren gekomen die interessant bleken om verder op in te gaan. Het ene risico is dat studenten soms aangeven weinig of geen hulp te willen ontvangen. Dat impliceert dat ze mogelijk niet openstaan voor kennisuitwisseling. Het andere risico betreft niveauverschillen binnen een groep. Hieronder volgen korte verslagen van de verrichte mini-interviews, uitgebreidere verslagen kunnen worden opgevraagd bij de onderzoeker.

Niet te veel hulp – formulier & mini-interview

Een van de studenten viel op in de resultaten met een onverwachtse kijk op de uitwisseling van kennis en hulp van buitenaf. In eerste instantie geeft de student een vrij standaard omschrijving van de ervaren kennismobiliteit:

“Tijdens fase 1 was ik vooral gefocust op ons eigen bord omdat dat eigenlijk al best vlot ging. Tijdens fase 2 heb ik eigenlijk alleen geluisterd naar wat de uitgewisselde student vertelde en tijdens fase 3 heb ik rondgekeken naar de andere whiteboards omdat we toen vastliepen.”

Vervolgens licht de student dit wel op interessante wijze toe:

“Persoonlijk wil ik zo min mogelijk hulp om het uitdagend en spannender te maken, maar zodra het denkproces van het hele groepje vastloopt ga ik vrij snel proberen om te kijken of een ander groepje verder is. Het is ook minder leuk om stil te staan en geen idee meer te hebben.”

En uit het antwoord over hoe met de ontvangen informatie is omgegaan blijkt nog sterkere terughoudendheid:

“Toegepast op wat wij al hadden, omdat ik het nog delen van mijn eigen werk wil behouden (en dus niet alles kopiëren van een ander groepje) anders voelt het een beetje als valsspelen.”

In deze antwoorden is de flow-toestand (Csikszentmihalyi, 1990) goed te herkennen. De student verkeert kennelijk tijdens de les in een toestand van volledige betrokkenheid en ervaart voldoening in het uitvoeren van de activiteit. De activiteit volbrengen met hulp van buitenaf doet voor deze student dan ook af aan die voldoening. Toch is de houding van de student ten opzichte van de carrousel redelijk positief en verwelkomend. De student geeft de volgende mening over de carrousel:

“Soms heel nuttig, met name als je zelf vastloopt en het andere groepje een nieuw inzicht heeft. Soms ben je beiden even ver en voelt het niet echt nodig.”

Op basis van deze antwoorden is de student uitgenodigd voor een klein interview om wat verder in te gaan op de combinatie tussen de relatief terughoudende antwoorden met de juist, al is het voorzichtig, positieve houding ten opzichte van de carrousel.

De student gaf aan in het interview dat ze liever geen hulp krijgt, maar dat het wel afhangt van hoe erg ze eventueel vastloopt. Eigenlijk wil ze het gewoon zelf kunnen en daar haalt ze voldoening uit. Een interessant onderscheid dat in het interview naar voren komt is dat hulp van andere studenten binnen de eigen groep niet als hulp wordt ervaren, maar wel als de hulp van buiten de groep komt. De student gaf ook aan dat ze wel baat heeft bij uitwisseling heeft en het beter begrijpt door het zelf ook uit te moeten leggen bij het doorschuiven.

Niveaunderschillen – mini-interview

Het tweede interview werd in eerste instantie gevoerd om bij een student door te vragen op een opmerkelijke combinatie in zijn antwoorden. De student schreef minimaal over uitwisseling met anderen maar was wel zeer positief over wat hij geleerd had van anderen. Nu bleek hij gewoon heel positief over de uitwisseling binnen de carrousel en daarbuiten vooral op het eigen bord gefocust. Een opmerking van de student was ook dat enkel op de borden van anderen kijken, zonder aanvullende uitleg van de groep die het opschreef, niet altijd veel inzicht geeft als er aan erg complexe problemen wordt gewerkt.

Ten slotte sprak de student over het belang van de facilitatie vanuit de docent voor kennisuitwisseling. De opmerking hier was dat zonder die facilitatie er in zijn ogen geen aanleiding was voor studenten die het probleem goed in de vingers hadden om uitleg te bieden aan anderen. Op zijn formulier had de student ook al aangegeven dat mensen die qua niveau wat achterbleven niet altijd een uitleg leken te krijgen in de huidige lesvorm van iteratie 1.

Dit sluit aan bij het vermoeden dat ontstond tijdens het experiment dat groepjes degenen die het probleem beter snapten naar voren schoven als doorschuiver. Het is mogelijk dat niveaunderschillen binnen groepjes effecten hebben die nu niet altijd zichtbaar waren. Dit diende als aanleiding voor de aanpassingen in iteratie 2.

4.3 Iteratie en deelvraag 2

In deze paragraaf wordt ingegaan op de resultaten rondom de deelvraag:

Wat zijn effecten van het gerandomiseerd selecteren van doorschuivende studenten in carouselinteractie op hun vertrouwen en de ervaren kwaliteit van de kennisuitwisseling?

Voor de beantwoording van de deelvraag zijn wederom via een exitformulier data verzameld in de vorm van open vragen met betrekking tot kennismobiliteit en ervaring met de lesvorm. Het exitformulier is terug te vinden in bijlage B. Op basis van gegeven antwoorden zijn twee studenten kort geïnterviewd om verdere toelichting te geven op hun antwoorden.

Het experiment in iteratie 2 is uitgevoerd met als aanvullend doel het faciliteren van kennismobiliteit in de vorm van carouselinteractie, waarbij alle studenten beter betrokken blijven en niet enkel degenen die het altijd direct begrijpen. Om dit reflectief te analyseren, wordt wederom met hulp van het HTLT gekeken naar:

- In hoeverre er inderdaad sprake is geweest van kennismobiliteit:
 - in hoeverre studenten inderdaad op een hoger niveau betrokken zijn geweest bij de activiteit (zenden)
 - in hoeverre studenten verantwoordelijk om zijn gegaan met wat ze van anderen leren (ontvangen)
- In hoeverre studenten een gelijke mate van betrokkenheid en verantwoordelijkheid ervaren voor het delen en uitleggen van groepsvoortgang aan anderen:
 - welke houding hebben studenten tegenover de willekeurige selectie
 - in hoeverre is de door studenten ervaren kwaliteit van uitwisseling veranderd
 - wat komt verder naar voren uit de reflectie door studenten op de groepsdynamiek

4.3.1 Kennismobiliteit in iteratie 2

Alle verzamelde data voor iteratie 2 staan in bijlage C. Net als in iteratie 1 is gevraagd of, wanneer, hoe en waarom studenten informatie zochten bij andere groepjes. Wederom blijft een deel van de studenten bij informatie-uitwisseling tijdens het aangewezen carouselmoment. Vaker opgegeven omschrijving en aanleiding voor informatie-uitwisseling waren:

“Alleen tijdens fase 2 en 3, luisteren naar informatie tijdens fase 2 en tijdens fase 3 luisteren naar het terugkerende groepslid”,

vanwege *“het doorschuifmoment”* of

“Verplicht doorwisselen”.

Al werd er ook verschillende keren aangegeven dat er buiten de carousel sprake was van interactie, bijvoorbeeld in de beginfase was een aanleiding voor een student om informatie op andere borden te zoeken:

“Vastlopen op wat we nu moesten beginnen”

en een student uit een andere groep vertelt *“Ja tijdens fase 1 hebben we toen we geen ideeën meer hadden even rondgekeken op de borden. Tijdens fase 2 hebben de uitgezonden student en ik gecombineerd wat we vermoedden en daar iets nieuws uit gehaald en in fase 3 niet”.*

Het blijft wel zo dat met name tijdens de carouselinteractie informatie-uitwisseling plaats vindt tussen studenten. De meeste studenten geven aan linksom of rechtsom iets met de gekregen

informatie te hebben gedaan. Soms is de nieuwe informatie enkel gebruikt voor reflectie, in andere gevallen is de informatie gebruikt om verder te komen, wat blijkt uit dit soort gegeven antwoorden:

“We hebben ons eigen antwoord geëvalueerd en we kwamen erachter dat zij iets te grote denkstappen hadden gemaakt”

En *“De informatie gaf nieuw inzicht in het probleem zelf waardoor we verder konden waar we vastliepen”*

4.3.2 Procesdoel iteratie 2

Houding meerderheid

De verwachting was dat deze aanpassing de betrokkenheid verhoogt onder studenten die sneller afhaken, een stap terug doen of minder zelfvertrouwen hebben. Deze studenten zouden in de oude situatie kunnen afhaken en de uitwisseling van kennis overlaten aan groepsleden die, bijvoorbeeld doordat ze het beter begrijpen, betrokken zijn gebleven. In de lijn der verwachting geeft een groot deel van de deelnemers aan dat de aanpassing weinig verschil maakt of als neutraal ervaren wordt. Zo geeft een student aan over het gevoel bij willekeurig doorschuiven:

“Neutraal, het uitwisselen van de informatie verloopt netjes, als je schuift wordt netjes uitgelegd en als je terugschuift ook weer door je eigen groepje dus je mist in beide gevallen niets” en een volgende deelnemer zegt: *“Neutraal. Ik denk dat het niet per se uitmaakt wie er doorschuift zolang iedereen heeft opgelet bij zijn eigen groep”*

Zulke antwoorden wijzen op deelnemers die al betrokken bleven bij het groepswork in vorige lessen en vloeien voort uit het sentiment dat, als iedereen meedoet, het niet zou moeten uitmaken wie doorschuift. Een enkele student weet het prachtig samen te vatten in dit antwoord:

“De lesvorm van vandaag sprak me erg aan. Ik vond het sowieso wel een leuke werkvorm maar de toevoeging van de individuele aanspreekbaarheid met de kaarten motiveerde me wel om goed nog extra actief mee te doen met iedere stap van het denkproces en zelf meer initiatief te nemen.”

Een onverwachts positief geluid klonk ook vaker terug in deze vormen:

“Positief, zo zijn het niet elke keer dezelfde mensen die doorschuiven”, “Positief, dan vermijd je de ongemakkelijke verbale touwtrekdiscussie van wie er doorschuift”, “Positief, omdat je dan niet hoeft te discussiëren wie er doorgewisseld wordt” en *“Positief, minder gedoe over wie doorschuift en op die manier het meest eerlijkst”*.

De verwachting dat de toevoeging van willekeurig doorschuiven ofwel neutraal zou blijken, ofwel stress zou toevoegen, werd niet bevestigd in de praktijk. Het moment dat groepjes iemand naar voren moesten schuiven was voor meerdere studenten een bron van enig ongemak. Het toevoegen van duidelijke willekeur gaf meerdere deelnemers een gevoel van rust en eerlijkheid in de aanloop naar de carrouselinteractie.

Negatieve houdingen

De belangrijkste verwachting was dat studenten die eerder of gedeeltelijk afhaken stress zouden ervaren, aangezien ze geen invloed kunnen uitoefenen binnen de groep op wie er doorschuift. Deze reacties waren ook zichtbaar in de antwoorden, zo geeft een student die doorschoof, maar dat liever niet deed, aan:

“Ik vind het altijd moeilijk om te vertellen wat we hebben gedaan als ik het niet zelf bedacht, zeker omdat het altijd maar een vaag vermoeden is, dus ging niet zo goed” en de volgende mening over de

willekeur: *“Negatief, want je kunt beter de persoon laten doorschuiven die het het beste snapt want dan heeft de andere groep er het meest aan”*

Een andere student omschreef het gevoel bij de willekeur als licht negatief: *“Ik zie dat het kan helpen met ervoor zorgen dat iedereen begrijpt wat er gebeurt, maar het kan ervoor zorgen dat mensen in de stress schieten als ze niet alles begrijpen. Daarom zie ik het als licht negatief”*

De negatieve antwoorden zijn in de minderheid, maar geven wel aan dat er inderdaad kan spelen dat studenten niet (willen) participeren aan de uitwisseling wanneer ze minder vertrouwen hebben in hun eigen begrip. Het is onwenselijk dat de lesvorm ertoe leidt dat studenten bewust minder participeren en zo de kennisuitwisseling en verwerking van nieuwe kennis overlaten aan andere groepsleden. Een aanpassing aan de huidige vorm van carrouselinteractie is gewenst die de drempel verlaagt om betrokken te blijven of, na afhaken, weer betrokken te worden.

Kwaliteit uitwisseling

Op een enkel antwoord na is er volgens de studenten geen sprake was van een verschil in de kwaliteit van de kennisuitwisseling tijdens de carrouselinteractie. Veel antwoorden komen in essentie op hetzelfde neer. Drie voorbeelden zijn:

“Geen verschil met normaal (ging goed)”, “Geen verschil. Werd duidelijk overgebracht” en “De doorschuiver had geen probleem met alles uitleggen”.

Het enige negatieve antwoord over kwaliteitsverschil kwam van de student wiens antwoorden hierboven besproken zijn onder “negatieve houdingen”. Deze student moest zelf doorschuiven en gaf aan het lastig te vinden en dat het niet zo goed ging. Dit is best een kritisch beeld van de student op de eigen uitvoering tijdens de carrousel. Opvallend en interessant is juist dat één van de drie voorbeelden hierboven gegeven is door een lid van de groep waarnaar deze student is doorgeschoven.

Reflectie op groepsdynamiek

Het merendeel van de antwoorden op de vraag hoe in de groepjes wordt omgegaan met niveauverschillen geeft aan dat er, in elk geval deze les, weinig last werd ervaren door niveauverschillen. Veel antwoorden zijn vergelijkbaar met dit voorbeeld:

“Mijn groepje vandaag zat vandaag enigszins op 1 lijn qua niveau in dit probleem en als iemand iets niet begreep gingen we een stap terug, vandaag was dat dus positief”

Een groepsgeenoot van de student met negatieve houding geeft wel als antwoord:

“It takes two to tango. Als iemand het niet volgt moeten ze wel actief blijven denken over vragen. Als er niets wordt gezegd weet ik het niet”

Dit sluit aan bij wat een andere student in het vorige mini-interview aangaf, namelijk dat het initiatief voor stellen van vragen ligt bij de groepsleden die het misschien nog niet begrijpen.

Een student die wel positief was over de willekeur in het doorschuiven gezien deze zorgt voor variatie in degenen die doorschuiven, gaf heel duidelijk aan dat niveauverschillen bij hem ertoe leiden dat het niet lukt actief deel te nemen en zijn betrokkenheid afneemt:

“Niet. Het gaat me vaak te snel en dan haak ik af doordat er alweer met het volgende wordt doorgegaan. Dit zorgt er helaas ook voor dat ik niks gezegd heb tijdens de sessie, alleen geluisterd en geprobeerd te volgen. Ik zou graag actiever deelgenomen hebben”

Vervolgstappen, vragen, risico's

Het geplande mini-interview met de student die aangaf een negatieve houding te hebben heeft niet kunnen plaatsvinden. Op basis van de verzamelde antwoorden van alle studenten zijn er twee belangrijke inzichten om op te reflecteren. Ten eerste heeft het willekeurig kiezen van studenten die doorschuiven in carrouselinteractie in de meeste gevallen neutrale of positieve effecten voor studenten. Ten tweede zijn de negatieve effecten genoemd door de minderheid met negatieve ervaringen niet terug te zien in de antwoorden van de deelnemers met wie zij uitwisselen.

Een mogelijke vervolgstap voor het onderzoek kan zijn om te zoeken naar een oplossing waarbij de voordelen van willekeurige interactie gepaard gaan met een minder negatieve ervaring voor deelnemers die minder vertrouwen hebben in hun eigen begrip.

4.4 Iteratie en deelvraag 3

In deze paragraaf wordt ingegaan op de resultaten rondom de deelvraag:

Hoe ervaren studenten de impact van voorafgaande overlegtijd op hun vertrouwen en de ervaren kwaliteit van kennisuitwisseling tijdens carrouselinteractie?

Voor de beantwoording van de deelvraag is via een exitformulier data verzameld in de vorm van open vragen met betrekking tot kennismobiliteit en ervaring met de lesvorm. Het exitformulier is terug te vinden in bijlage B. Op basis van gegeven antwoorden zijn twee studenten kort geïnterviewd om verdere toelichting te geven op hun antwoorden.

Het experiment in iteratie 3 is uitgevoerd met als doel het faciliteren van kennismobiliteit in de vorm van carrouselinteractie, waarbij alle studenten beter betrokken blijven en de drempel verlaagd wordt om extra uitleg te vragen binnen de eigen groepen. Om dit reflectief te analyseren, wordt met hulp van het HTLT gekeken naar

- In hoeverre er inderdaad sprake is geweest van kennismobiliteit:
 - in hoeverre studenten inderdaad op een hoger niveau betrokken zijn geweest bij de activiteit (zenden)
 - in hoeverre studenten verantwoordelijk om zijn gegaan met wat ze van anderen leren (ontvangen)
- in hoeverre studenten een gelijke mate van betrokkenheid en verantwoordelijkheid ervaren voor het delen en uitleggen van groepsvoortgang aan anderen:
 - welke houding hebben studenten tegenover de willekeurige selectie in combinatie met het overlegmoment
 - in hoeverre is de door studenten ervaren kwaliteit van uitwisseling veranderd
 - wat komt verder naar voren uit de reflectie door studenten op de onderlinge interactie

4.4.1 Kennismobiliteit in iteratie 3

Alle verzamelde data voor iteratie 3 staat in bijlage C. Net als in eerdere iteraties is gevraagd of, wanneer, hoe en waarom studenten informatie zochten bij andere groepjes. Ook in deze iteratie beperkt een meerderheid van de studenten zich tot informatie-uitwisseling enkel tijdens het aangewezen carrouselmoment. Vaker opgegeven omschrijving en aanleiding voor informatie-uitwisseling waren:

“1 overleggen met eigen groepje; 2 informatie gekregen van de persoon die doorgeschoven was; 3 weer verder met overleggen met eigen groepje.”,

“1) Niet; 2) Vragen stellen, naar het bord van de andere groep kijken, zelf uitleggen; 3) Niet” en

“In phase 1 we didn’t have much info from other groups; in phase 2 we switched groups members to discuss our approach and exchanged ideas; in phase 3 we explained what we had done for the plan”.

Hierbij refereren studenten weer met de nummers naar verschillende fasen in de les, waarbij fase 1 het groepswork voorafgaand aan de carroussel betreft, fase 2 bestaat uit de carrouselinteractie en fase 3 slaat op het groepswork vanaf de terugkeer van het doorgeschoven groepslid. In iteratie 2 werden ook antwoorden gegeven waar interactie uit bleek buiten het carrouselmoment, maar zulke antwoorden zijn in deze iteratie op een enkel antwoord na niet meer terug te vinden.

Wel geven de studenten weer aan wat ze met de informatie hebben gedaan die ze uit de interactie hebben gekregen. Er is zowel geconcludeerd dat de informatie de groep niet verder hielp, als dat de informatie kon bijdragen aan het eigen werk. In een enkel geval was de verkregen informatie zo nuttig dat een student aangaf volledig te zijn overgestapt op de aanpak van de andere groep. Voorbeelden van antwoorden zijn:

“We hebben samen met de doorgeschoven persoon een manier gevonden om te bewijzen dat de opp[ervlakte] max[imaal] is als de hoeken gelijk zijn”,

“Used it to further solve the problem” en

“Volledig op hun idee doorgerekend”.

4.4.2 Procesdoel iteratie 3

Houding

Twee dingen vallen op met betrekking tot de houding van studenten. Ten eerste zijn er geen antwoorden gegeven waaruit negatieve ervaringen blijken met betrekking tot stress of het niet mee kunnen komen met de eigen groep. Dat wil zeggen dat er geen studenten aangaven stress te ervaren of de aansluiting kwijt te raken in de eigen groep. Alle studenten geven aan een neutraal of positief gevoel te hebben bij de combinatie van overlegtijd met de carrouselinteractie. Voorbeelden van antwoorden zijn:

“Positief omdat degene die het minder goed snapte door moest schuiven. Zo konden we hem dus nog goed uitleggen wat het idee was.”,

“Positief, het was een moment dat iedereen even stopte en een moment nam om samen te vatten wat we hadden gedaan, dat zorgde voor wat "clarity".”,

“Jawel positief, want dan snapt iedereen tenminste waar aan gewerkt wordt.” En

“Als positief. We wilden onderling op één lijn zitten en dat kunnen meegeven aan een ander groepje.”.

Eén student die vaker al weldoordachte, positieve feedback geeft, plaatst echter een terechte kanttekening bij de toevoeging van de overlegtijd. Deze student heeft namelijk zorgen dat het bieden van het overlegmoment als vangnet juist het afhaken van studenten meer faciliteert. Het gegeven antwoord luidt:

“Negatief, ik vond het onverwachtse fijner, omdat dat je forceerde om het gehele proces te volgen. Nu kan je afhaken en later om een samenvatting vragen”

Al is er in deze les geen aanleiding gezien dat dit ook gebeurt, is de zorg begrijpelijk. De student is hierom uitgenodigd voor een mini-interview om haar perspectief te bespreken.

Kwaliteit uitwisseling

Er werden bij de vraag over houding zowel positieve antwoorden gegeven met betrekking tot binnen het eigen groepje weer op één lijn zitten, als antwoorden met een positieve kijk op de effecten bij het uitwisselen van informatie. Dit is ook mooi terug te zien in de antwoorden met betrekking tot de kwaliteit van de uitwisseling. In iteratie 2 werden er enkel neutrale en één negatief antwoord gegeven, maar nu worden ook juist positieve verschillen in de kwaliteit opgemerkt:

“Ik was de doorschuiver. Door het overleggen was ik beter in staat de gezamenlijke visie van onze groep over te brengen naar het andere groepje”,

“Ik denk wel dat het er positief aan heeft bijgedragen”,

“Goed. Nu kon de doorschuiver het beter uitleggen dan anders” en

“Ik kon alles wat wij hadden nu overbrengen”.

Reflectie op interactie

Ook zijn de studenten gevraagd te reflecteren op hun houding ten opzichte van interactie en hoe deze in de afgelopen lessen en iteraties is veranderd. Hier lopen de antwoorden in eerste instantie uiteen, want niet iedereen was vanaf de eerste les positief, maar studenten geven vrijwel allen aan nu positief of positiever te zijn over deze manier van werken. Een paar voorbeelden van antwoorden zijn:

“Mijn eerste ervaring was negatief. Niet vanwege de studenten maar omdat alles iets te snel voor mij ging en ik liever alleen werk.

Nu is het oprecht positief. Voor mijn gevoel zijn de niveauverschillen kleiner. Ik kan in ieder geval alles bijhouden. Dat maakt het een prettigere ervaring. Ook durf ik inmiddels meer input te leveren, omdat ik meer gewend ben aan samen wiskundige vragen op te lossen”,

“Onveranderd positief, zelfs als mensen niet veel te zeggen hebben kan je gewoon doorwerken en bijna altijd is het commentaar goed geaard en dus welkom”

“Begin negatief aangezien ik vaak achterbleef in het niveau. Nu neutraal aangezien ik vaker bij blijf”

4.4.3 Mini-interviews iteraties 2 en 3

Zoals besproken in de methodologie, zijn er mini-interviews afgenomen op basis van antwoorden van studenten uit iteratie 2. Deze interviews konden echter pas plaatsvinden op de dag van iteratie 3. Hierdoor betrekken deze interviews zich ook in bepaalde mate op de ervaring van de studenten uit beide iteraties en hierom worden de interviews uit iteratie 2 pas hier besproken. Omwille van de tijd moesten de studenten samen geïnterviewd te worden, maar dat vonden ze prima en het heeft geen merkbaar effect gehad op het vermogen van de studenten om open te kunnen praten en reflecteren. Verder is een dag later op basis van de antwoorden bij iteratie 3 de student geïnterviewd die zorgen uitte over het overlegmoment. De student die aangaf in iteratie 2 negatieve gevoelens te hebben over het eigen niveau was helaas niet beschikbaar voor een interview.

Duo-interview iteratie 2

Om onderscheid te maken tussen de studenten in dit interview, wordt er aan hen gerefereerd als student 1 en student 2. Student 1 is uitgenodigd om zijn opmerkingen te bespreken rondom het volgende antwoord gegeven naar aanleiding van iteratie 2:

“Ook al ging het goed in mijn groepje mis ik nog een ‘nodigheid’ voor degenen die het wel snappen om het uit te leggen aan degenen die het niet snappen.”

Student 2 is uitgenodigd naar aanleiding van zijn antwoord over stress bij willekeurige selectie:

“Ik zie dat het kan helpen met ervoor zorgen dat iedereen begrijpt wat er gebeurt, maar het kan ervoor zorgen dat mensen in de stress schieten als ze niet alles begrijpen. Daarom zie ik het als licht negatief”

Student 1 gaf aan in het interview dat het overlegmoment uit iteratie 3 voorziet in zijn eerdere behoefte aan noodzaak voor degene die het begrijpt om dingen eventueel uit te leggen aan degenen die het in mindere mate begrijpen. De aanpassing van iteratie 3 werkte naar zeggen van de student erg goed. Vervolgens weidde de student verder uit over wat in eerste instantie met die noodzaak bedoeld werd, het volgende is geparafraseerd:

In de veelvoorkomende situatie dat een of twee groepsleden denken een goed idee te hebben en dat beginnen uit te werken op het groepsbord, is het bijna altijd wel nodig voor een groepslid dat niet met dat idee gekomen is om wat meer uitleg over het idee te krijgen zodat hij of zij mee kan denken en kan bijdragen. Zeker in de eerste weken werd hier geen of bijna geen tijd en aandacht aan besteed. Studenten die het probleem begrepen of dachten te begrijpen gingen met een oplossing aan de haal terwijl andere groepsleden in onbegrip werden achtergelaten. Het blijkt in zulke gevallen vaak lastig voor de achtergelaten groepsleden om te vragen om extra uitleg, mede doordat voor die groepsleden een component schaamte vast zit aan het niet begrijpen van het probleem.

Student 2 voegde hieraan toe dat in dit scenario het nog moeilijker wordt om te vragen om uitleg, omdat studenten bang worden het na de uitleg alsnog niet te begrijpen en dat die component van schaamte nog meer impact krijgt. Vaak betekende dit dat in zo’n scenario er regelmatig instemmend werd geknikt, maar niet veel van het groepswork begrepen werd. Dit resulteerde in dat groeiende stressgevoel, aangezien een student in zo’n situatie weet dat het mogelijk is dat hij of zij verantwoordelijk wordt dit uit te leggen en geen vertrouwen in zichzelf heeft om dat te doen. Dat de studenten niet van tevoren weten wanneer het overleg moment komt, verhoogde de stress mogelijk zelfs nog verder. Gelukkig voegde het overlegmoment uit iteratie 3 toe wat student 2 daarin naar eigen zeggen nodig had.

De groepen hadden een aanleiding om af te stemmen en samen te vatten wat er tot dan toe gedaan was, enerzijds om het goed aan de andere groep te kunnen vertellen en anderzijds om het binnen de groep samen te vatten en te kijken of iedereen op één lijn zat. In het gesprek werd ook opgemerkt dat het overlegmoment niet alleen het stellen van vragen ‘veiliger’ maakt, maar ook voorziet in de noodzaak voor degenen die het in betere mate begrijpen om uitgebreider over hun ideeën te vertellen. Terwijl iedereen als doel voor ogen heeft het groepswork goed samen te vatten voor de carrousel, wordt dus op een veilige manier voorzien in meerdere behoeftes die te maken hebben met het verschil in mate van begrip binnen de groepen en de stress die daaruit voort kan komen.

Mini – interview iteratie 3

In 4.4.2 kwam naar voren dat een student aangaf het onverwachtse van opeens moeten doorschuiven fijner te vinden, omdat iedereen op die manier geforceerd werd om het hele proces te volgen. Door de aanvulling werd de drempel voor afhaken mogelijk lager. Op basis van haar antwoord is ze uitgenodigd voor een mini-interview. Het gaat hier om de student die het volgende antwoord gaf op de vraag over de ervaring met betrekking tot de combinatie van het overlegmoment en willekeurig doorschuiven:

“Negatief, ik vond het onverwachtse fijner, omdat dat je forceerde om het gehele proces te volgen. Nu kan je afhaken en later om een samenvatting vragen”

In het interview werd eerst gevraagd aan de student of ze wat ze omschreef ook heeft zien gebeuren of dat het voor nu nog enkel een zorg bleef. De student gaf aan dat in de vorige les er inderdaad een groepslid was dat minder goed mee kwam en steeds meer afhaakte, maar dat toen het overlegmoment werd aangekondigd ze ‘wakker schrok’ en in het overleg probeerde te achterhalen wat er allemaal gedaan was. De geïnterviewde student vroeg tijdens het interview zichzelf vervolgens af of ze met het andere groepslid niet meer had moeten doen om die student te betrekken, maar zei dat het ook erg lastig is als je goed in een probleem zit en lekker bezig bent te letten op de mate van betrokkenheid van alle groepsleden.

Hoewel er verder niet op in is gegaan in het interview blijkt hier ook uit dat in BTC-lessen deze student in flow-toestand (Csikszentmihalyi, 1990) terecht komt. De student vervolgt met de opmerking *“Als je niet weet wanneer het [overlegmoment] komt, moet je wel opletten en vragen stellen. Dan hoef je niet op elkaar te letten.”*

Vervolgens is de student gevraagd hoe ze aankijkt tegen de voor- en nadelen van het overlegmoment. Hierop reflecteerde ze door te benoemen dat de veiligheid zoals die nu, in iteratie 3, is wel in zekere mate weg zou vallen zonder overlegmoment. Ook kwam ze terug op het feit dat de afwezigheid van een overlegmoment ervoor zorgt dat groepsleden niet op elkaar hoeven te letten. Dit is een andere kijk dan die naar voren kwam uit het duo-interview. De student vatte haar gevoel uiteindelijk samen in dit antwoord:

“Ik denk niet dat het in het algemeen een negatief ding is, maar ik denk wel dat het inderdaad belangrijk is om erbij stil te staan dat het niet te veilig wordt. ... Het is natuurlijk moeilijk om een afweging te maken tussen aanspreekbaarheid en veiligheid. Dat mensen niet puur in de stress schieten van het feit dat ze wat gaan moeten vertellen.”

5. Conclusie

Dit onderzoek is uitgevoerd op iteratieve wijze volgens de principes van *design-based research* om de volgende vraag te beantwoorden:

Hoe kan carouselinteractie effectief worden vormgegeven in thinking classrooms, zodanig dat er kennismobiliteit wordt gerealiseerd, voor wiskundestudenten zonder eerdere ervaringen met deze aanpak?

Het onderzoek is verricht om een didactische strategie te ontwikkelen voor docenten die willen beginnen met het toepassen van concepten uit *thinking classrooms* (Liljedahl, 2020). Ook docenten die al in enige mate ervaren zijn met de toepassing van dergelijke concepten, maar manieren zoeken om leerlingen de toegereikte autonomie te laten pakken, zijn mogelijk gebaat bij dit onderzoek.

De iteratief ontwikkelde carouselinteractie wordt in de volgende alinea's besproken per deelvraag, conform het iteratieve karakter van het onderzoek. Tijdens elke iteratie is in beginsel gekeken of er kennismobiliteit is gerealiseerd. Dat houdt in dat er enerzijds gekeken is of studenten uit de *mode of engagement doing* zijn geschakeld naar *justifying* en *explaining* door anderen te vertellen over hun werk, en anderzijds of studenten ook bewust zijn omgegaan met de informatie die ze ontvingen. Dit bleek succesvol voor alle iteraties zoals omschreven in hoofdstuk 4. Het realiseren van kennismobiliteit is een randvoorwaarde om van een succesvolle interventie te spreken, maar gezien het gecontinueerde succes wordt deze randvoorwaarde voor de bespreking van de vragen per iteratie verder buiten beschouwing gelaten. Zo ligt de focus op de vormgeving van de carouselinteractie en hoe deze tot stand is gekomen op basis van observaties, geschreven feedback en interviews.

Deelvraag iteratie 1

De eerste iteratie werd uitgevoerd om de volgende deelvraag van het onderzoek te beantwoorden.

Welke obstakels voor het realiseren van kennismobiliteit komen naar voren uit de eerste ervaringen van wiskundestudenten met carouselinteractie in een thinking classroom?

Om studenten de geboden autonomie te laten omarmen en kennismobiliteit in de *thinking classroom* te realiseren, is gekozen voor de aanpak van docentgestuurde interactie. Deze interactie is vormgegeven in carouselinteractie, een makkelijk inzetbaar middel. Studenten zijn bevraagd via exitformulieren met open vragen en vervolgens zijn twee studenten geïnterviewd. In eerste instantie ontstond de zorg dat sommige studenten mogelijk niet open stonden voor interactie en kennisuitwisseling. Deze zorg werd weggenomen in een mini-interview met een student waarin werd doorgevraagd op antwoorden gegeven op de formulieren. Een tweede zorg ontstond uit het andere mini-interview. Hierin werd de suggestie gedaan dat door niveauverschillen binnen de groepjes de betrokkenheid van studenten die het minder goed begrepen kon verminderen. Gezien dat niet expliciet bevraagd was via de formulieren in deze iteratie, zijn de formulieren voor de volgende iteratie hierop aangepast en is de interventie uitgebreid. Ook werd een nieuwe deelvraag geformuleerd voor de volgende iteratie.

Deelvraag iteratie 2

De tweede iteratie werd uitgevoerd om de volgende deelvraag van het onderzoek te beantwoorden.

Hoe ervaren studenten deze obstakels in een thinking classroom wanneer carouselinteractie wordt uitgebreid met gerandomiseerd doorschuiven?

De carrouselinteractie werd aangepast door de student uit elk groepje die doorschoof gerandomiseerd te kiezen. Studenten werden hiervan op de hoogte gesteld aan het begin van de les. De verwachting was dat alle studenten in zekere mate geforceerd zouden worden om betrokken te blijven bij het proces van hun groepjes, omdat ze mogelijk zelf als ambassadeur van hun groepje erover moesten vertellen later. Hier is voor gekozen gezien zorgen dat niveauverschillen binnen groepjes tot lagere betrokkenheid kunnen leiden van studenten die het probleem in mindere mate begrijpen. Tijdens deze iteratie gaf een van de studenten duidelijk haar ontevredenheid aan in de feedback, omdat ze zelf het idee had dat ze niet goed in staat was te vertellen over dingen die ze niet goed begreep. Opvallend was dat de groep waar ze naartoe moest om door te draaien aangaf dat de uitleg die ze kregen van de doorschuiver niet slechter was dan vorige weken. Dit impliceerde dat de negatieve effecten die de student dacht te merken alleen in de beleving van de student zelf speelden. Een andere student gaf aan dat de wetenschap om mogelijk te moeten doorschuiven terwijl het eigen werk nog niet goed begrepen wordt erg stressvol kan zijn. De meerderheid van de studenten was verder neutraal of positief over gerandomiseerd doorschuiven. Het nam zelfs voor meerdere studenten een ongemakkelijk keuzemoment in het groepsproces weg wanneer ze niet zelf hoefden af te stemmen wie er zou doorschuiven.

De negatieve feedback na deze iteratie was geen aanleiding om te geloven dat de interventie niet succesvol was aangepast. Het betrof mogelijk juist een signaal dat sommige studenten zich inderdaad op de achtergrond hielden en dat die nu meer betrokken werden. De kwaliteit van de kennisuitwisseling bleek er voorsnog niet onder te lijden, dus de uitdaging voor de laatste iteratie betrof het adresseren van de mogelijke stress die studenten met minder zelfvertrouwen ervaren. Mogelijk was deze stress weg te nemen door een vangnet te creëren voor studenten met stress in de vorm van geplande overlegtijd voor het doorschuiven. De carrouselinteractie werd hierop aangepast en de vraag voor de laatste iteratie werd nu geformuleerd.

Deelvraag iteratie 3

De derde iteratie werd uitgevoerd om de volgende deelvraag van het onderzoek te beantwoorden.

Hoe verandert de ervaring van studenten met deze obstakels in een thinking classroom wanneer carrouselinteractie wordt uitgebreid met gerandomiseerd doorschuiven en voorafgaande overlegtijd?

Om de voordelen van gerandomiseerd doorschuiven te behouden, maar studenten die mogelijk stress ervaren van moeten vertellen over groepswork dat ze niet zelf bedacht hebben tegemoet te komen, is gekozen om de carrouselinteractie uit te breiden met overlegtijd. Dit houdt in dat groepjes enkele minuten de tijd kregen om binnen de eigen groep op één lijn te komen, het werk samen te vatten en eventueel beter te structureren. Dit biedt ook de gelegenheid om laagdrempelig binnen de eigen groep door te vragen op zaken die een groepslid mogelijk toch niet goed begrijpt.

Uit interviews kwam naar voren dat zich nu minder de situatie voordeed waarin een groepslid volledig wordt achtergelaten door de andere twee leden wanneer die direct met een oplossing aan de slag gaan. In het duo-interview werd aangegeven dat er een veilige, laagdrempelige sfeer ontstaat om toe te geven dat er iets niet begrepen wordt en om vragen te stellen. Ook werd verteld dat het vooruitzicht van overlegtijd zorgt voor minder stress wanneer een student zich zorgen maakt over het moeten uitleggen van iets wat de student zelf nog niet denkt te begrijpen.

Het merendeel van de studenten gaf op de exitformulieren aan de aanpassing als positief te ervaren. Een student die eerder echter sterk positief reflecteerde op werken in een *thinking classroom* en carrouselinteractie als interventie, gaf nu echter een stuk negatievere feedback. Deze student werd ook geïnterviewd en gaf aan dat de eerdere vorm fijner was, omdat het in haar ogen juist forceerde

om het gehele proces betrokken te blijven. De student maakte zich zorgen dat zo'n overlegmoment als vangnet juist als belonend werkt voor studenten die afhaken, omdat ze toch wel worden bijgepraat vlak voor het moment van uitwisselen. Bij het afwegen van de voor- en nadelen van de overlegtijd, kwam de student wel zelf tot de conclusie dat er ook grote voordelen aan verbonden zaten. Een aandachtspunt dat uit dit interview zeker kan worden meegenomen is dat er ook voorafgaand aan de carouselinteractie een taak blijft liggen, zowel voor studenten binnen hun eigen groepen als voor de docent van de *thinking classroom*, om iedereen betrokken te houden bij het proces. De randomisatie van de carouselinteractie helpt, maar is geen vervanging van deze taak.

Algemene conclusie

Liljedahl (2020) stelt dat het bieden van autonomie aan leerlingen in een *thinking classroom* gebeurt door de interactie te bevorderen. In de ideale setting stappen groepjes op eigen initiatief op elkaar af als ze vastlopen, met vragen zitten of iets interessants zien op het bord van een ander groepje en benieuwd zijn hoe die groep het probleem aanpakt. Voor docenten met leerlingen die niet gewend zijn aan de *thinking classroom* methodiek, of voor docenten die zelf ook nog zoekende zijn binnen deze aanpak, vormt docentgestuurde interactie een haalbare tussenstap richting de genoemde ideale setting. Liljedahl raadt docentgestuurde interactie aan als *micro-move* richting een *thinking classroom*.

Uit dit onderzoek is gebleken dat carouselinteractie zoals toegepast in iteratie 3, met randomisatie en overlegtijd, een geschikte manier is om docentgestuurde interactie vorm te geven en kennismobiliteit te realiseren. Deze vorm is op iteratieve wijze via *design-based research* tot stand gekomen en is gemakkelijk toepasbaar binnen *thinking classrooms*. Docenten die de carouselinteractie willen toepassen staat het uiteraard vrij om het iteratieve proces te vervolgen om de methodiek verder te verbeteren.

Carouselinteractie is een manier waarop kennismobiliteit gerealiseerd kan worden en betrokkenheid vergroot kan worden. Uitdagingen voor een docent die hiermee aan de slag gaat zijn het sturen van groepen door middel van het geven van hints, het stellen van verdiepingsvragen en spelen met de *modes of engagement*, om de groepen in een staat van *flow* te krijgen en te houden in de fasen voor en na de carousel.

6. Discussie

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de resultaten van dit onderzoek. Eerst worden de resultaten besproken aan de hand van het theoretisch kader. Vervolgens worden beperkingen en implicaties van het onderzoek besproken en ten slotte worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

6.1 Bespreking van de resultaten

In deze paragraaf worden per iteratie de verzamelde resultaten geïnterpreteerd met inzichten uit de literatuur. Daarnaast zullen, indien aanwezig, beperkingen van de resultaten worden benoemd. In ieder van de volgende subparagrafen staat een andere iteratie centraal.

Het doel van dit onderzoek is het realiseren van docentgestuurde interactie in *thinking classrooms*. Dit betreft een uitwerking van bestaande literatuur. Het is de verwachting, en de bedoeling, dat de resultaten overeenkomen met de literatuur. Sterke overeenkomsten zijn geen indicatie dat er niets nieuws is gevonden, maar juist een indicatie dat carouselinteractie correct fungeert als didactisch middel binnen *thinking classrooms* en wiskundig probleemoplossen zoals omschreven in de literatuur. Voor de bespreking van de resultaten is ervoor gekozen om eerst te laten zien dat de resultaten overeenkomen met de literatuur, gezien het realiseren van kennismobiliteit zoals omschreven in die literatuur een randvoorwaarde is voor succesvolle carouselinteractie. Indien er verschillen zijn, worden deze besproken. Vervolgens ligt de focus van de bespreking op de uitwerking en verbetering van de carouselinteractie, terwijl er aandacht blijft voor het aantonen dat aan de randvoorwaarden van *thinking classrooms* en wiskundig probleemoplossen is voldaan. Deze keuze is gemaakt met het oog op zowel de iteratieve aard, als het doel van dit onderzoek.

6.1.1 Bespreking iteratie 1

Uit de gegeven antwoorden van studenten op de exitformulieren in iteratie 1 bleek dat de studenten bijzonder positief waren over het werken in een *thinking classroom* en specifiek de interactie met anderen via carouselinteractie. Alle studenten geven aan tijdens de les passief of actief kennis te hebben uitgewisseld met anderen. Vrijwel de meeste uitwisseling was in de vorm van overleg gefaciliteerd door de carouselinteractie. Door anderen over het eigen groepswork te vertellen, verhoogden studenten hun *mode of engagement* van *doing* naar *justifying* en *explaining* (Liljedahl, 2020).

Meerdere studenten geven aan dat de invalshoeken van andere groepen hen hielpen tot nieuwe inzichten te komen. Zoals besproken in hoofdstuk 2, zijn *heuristics* een van de vier domeinen van wiskundig probleemoplossen (Schoenfeld, 1985). Door eerst vast te lopen met de eigen aanpak en beschikbare wiskundige kennis (*resources*) binnen de groep, worden studenten op een uitdagende wijze geconfronteerd met een eventuele noodzaak om andere heuristieken toe te passen (*heuristics* en *control*). Het uitwisselen van aanpak en perspectieven met andere groepen draagt bij aan eventuele uitbreiding van de beschikbare heuristieken van studenten en de verdere ontwikkeling binnen het domein *control* met betrekking tot de metacognitieve vaardigheden die nodig zijn voor het beoordelen of de gekozen heuristieken effectief zijn. De kennisuitwisseling vindt plaats door studentinteractie die meer lijkt op de autonomie zoals omschreven door Liljedahl (2020), dan de *student discourse* en *peer instruction* zoals omschreven door Mazur (1990). Dit komt doordat de studenten in gesprek gaan met groepen die mogelijk een andere aanpak hebben, maar het doel niet is elkaar te overtuigen. Wanneer beide groepen denken op het goede spoor te zitten, kan de interactie wel die vorm krijgen, maar in beginsel draait het om een uitwisseling van perspectieven.

Uit sommige gegeven antwoorden blijkt dat het lastig is om voor de carrouselinteractie een goed moment te kiezen waar iedereen tevreden mee is. Veruit de meeste antwoorden zijn positief, maar ze gaan soms wel gepaard met het (nog) niet willen van hulp tijdens de carrouselinteractie, of het soms eigenlijk liever doorwerken dan bespreken met andere groepen. Dit is een indicatie dat verschillende groepen verschillend in *flow* komen en blijven (Csikszentmihalyi, 1990). Op het moment dat de ene groep erg gebaat is bij de carrouselinteractie, omdat ze in frustratie of verveling (Liljedahl, 2020) zijn beland, zijn andere groepen of studenten misschien juist nog of net in *flow* bezig aan het probleem. Het klassikale moment is dus een mogelijke zwakte van de carrouselinteractie. Dit benadrukt het belang van spelen met hints, verdiepingsvragen en *modes of engagement* door de docent. Hiermee kan de docent enigszins inspelen op deze verschillen tussen groepen en een goed moment voor de carrousel creëren.

Een beperking die naar voren kwam, was dat in de vorm van iteratie 1 de carrouselinteractie groepen vrij liet om te kiezen wie er namens de groep bij de burens ging vertellen. Een vermoeden ontstond dat enkel de groepsleden die het eigen werk goed begrepen, of in verhouding het meeste gedaan hadden, de rol van doorschuiver op zich namen. Dit zou betekenen dat alle uitwisseling goed verliep, zoals werd teruggekoppeld in de feedback, maar dat dit eerder een bijkomstigheid was van de mogelijkheid voor studenten zich aan het proces te onttrekken wanneer ze, bijvoorbeeld door niveauverschil tussen groepsleden, het eigen groepswork niet begrepen. Het was voor het onderzoek interessant om te onderzoeken of de ervaringen positief bleven als het selecteren van de doorschuiver gerandomiseerd werd. De positieve feedback heeft minder betekenis als enkel de groepsleden met het meeste begrip deelnamen aan de interactie.

Een andere beperking bleek te zijn dat studenten maar weinig interactie zochten buiten de carrousel om. Dat is niet zozeer een beperking voor de carrouselinteractie zelf, maar als we de carrouselinteractie in de bredere context van *thinking classrooms* plaatsen en de ideale situatie van Liljedahl (2020) als einddoel zien, impliceert dit dat er naast carrouselinteractie aandacht moet blijven voor de gelegenheid en het belang van interactie op momenten waar het de studenten vrij staat om die aan te gaan.

6.1.2 Bespreking iteratie 2

Uit de data verzameld in iteratie 2 bleek wederom dat studenten kennis uitwisselden naar aanleiding van de carrouselinteractie. Er werd gerandomiseerd welke studenten tijdens de carrouselinteractie doorschoven naar andere groepen om te vertellen over het eigen groepswork. De verwachting bestond dat, gezien er nu ook studenten doorschoven die er niet vrijwillig voor zouden kiezen, de ervaringen van studenten mogelijk negatiever werden en de kwaliteit van de uitwisseling mogelijk achteruit zou gaan. Er bestond nu immers de mogelijkheid dat studenten die een minder positief beeld van het eigen vermogen (*beliefs*), of minder wiskundige kennis (*resources*), bezaten toch namens de groepen moesten vertellen over de toegepaste heuristieken en het verantwoorden van de gemaakte keuzes (*heuristics* en *control*).

Er kwam inderdaad een student met negatievere feedback. Verassend was dat de data lieten zien dat enkel werd aangegeven dat de kwaliteit van de interactie achteruit ging wanneer een student zelf aangaf niet in staat te zijn geweest goed te kunnen uitleggen. De studenten aan wie deze zogenaamd slechtere uitleg was gegeven, gaven aan geen achteruitgang van de kwaliteit te hebben ervaren. De *beliefs* van een student lijken dus inderdaad een grote impact te hebben op hoe de student het proces van wiskundig probleemoplossen ervaart, zoals omschreven door Schoenfeld (1985). De Amerikaanse National Research Council (2001) omschreef een van de vijf strengen van wiskundeonderwijs als *productive disposition*, waaronder geloof in zorgvuldigheid en

zelfredzaamheid vallen. Het belang van dit positieve zelfbeeld zoals ook is omschreven in hoofdstuk 2 is terug te zien in de data uit iteratie 2.

Onbedoelde bijvangst van deze iteratie, was het positieve geluid met betrekking tot de randomisatie en het niet hoeven kiezen wie doorschuift. Meerdere studenten gaven in zekere mate aan dat dit een ongemakkelijk moment, of een moment van trekken en duwen, wegnam uit het proces. Of dit de ontwikkeling van studenten ten goede komt en of het wenselijk is om zulke groepsdynamieken te versoepelen, of juist niet, is geen literatuurstudie naar gedaan. Er kan enkel worden geconstateerd dat het als prettig werd ervaren.

Wederom werd er aangegeven dat er buiten de carrouselinteractie weinig interactie tot stand kwam. Uit de antwoorden blijkt dat daar ook weinig behoefte aan bestond. Het is aannemelijk om te stellen dat de carrouselinteractie dus grotendeels in die behoefte voorziet, maar naar de wenselijkheid om alle interactie binnen de carrousel te laten plaatsvinden is geen literatuurstudie naar gedaan.

6.1.3 Bespreking iteratie 3

In iteratie 3 is geprobeerd studenten de voordelen van iteratie 2 te geven, maar mogelijke stress deels weg te nemen die ontstaat door het moeten vertellen namens de eigen groep over het groepswork. Deze stress staat mogelijk het ontwikkelen van een *productive disposition* (National Research Council, 2001) in de weg. Wederom bleek uit de antwoorden dat er sprake was van kennisuitwisseling tussen studenten en groepjes, al bleef het weer redelijk beperkt tot de docentgestuurde carrouselinteractie.

Er werd deze iteratie geen negatieve ervaring teruggekoppeld zoals in iteratie 2. Wel is in mini-interviews met studenten gesproken over onder meer de gevoelens van stress. Een student die na iteratie 2 stilstond bij de mogelijke stress van gerandomiseerd doorschuiven, gaf aan zo een veiligere sfeer te ervaren om vragen te stellen. Een veiligere sfeer impliceert weer dat in de *thinking classroom* meer ruimte is voor studenten om te ontdekken en fouten te maken, wat essentieel is voor het ontwikkelen van een positieve houding (*productive disposition*).

Een interessante, potentiële zwakte van overlegtijd voorafgaand aan gerandomiseerd doorschuiven werd geïntroduceerd door een student die aangaf dat hiermee studenten juist gefaciliteerd worden om hun betrokkenheid te verlagen. Er ontstaat namelijk een vangnet en ze worden toch wel weer bijgepraat voor de carrousel. Het ontbreken van overlegtijd zou eerder forceren om betrokken te blijven. Hoewel betrokkenheid niet kwantificeerbaar is gemeten in deze iteraties, is het onderwerp wel teruggekomen in meerdere interviews. Ook in iteratie 1 al, toen er nog geen overlegtijd aan de carrouselinteractie was toegevoegd. Dat zou impliceren dat lagere betrokkenheid sowieso een aandachtspunt is en niet alleen wanneer er overlegtijd beschikbaar komt. De uitkomst van het interview was een gezamenlijke conclusie dat de voordelen van overlegtijd opwegen tegen dit nadeel, maar er blijft wel een taak liggen buiten de carrousel voor groepsleden om elkaar betrokken te houden en een rol voor de docent om studenten te blijven betrekken.

6.2 Algemene beperkingen en implicaties van dit onderzoek

In de vorige paragraaf zijn sommige beperkingen en implicaties besproken per iteratie van het onderzoek. In deze paragraaf worden beperkingen en implicaties die gelden voor het gehele onderzoek besproken.

Zoals kenmerkend is voor *design-based research* (Bakker & Van Eerde, 2014), is dit onderzoek uitgevoerd in een specifieke lespraktijk. De context en lespraktijk voor dit onderzoek zijn uiteengezet in hoofdstuk 3. Hoewel carrouselinteractie zoals ontstaan uit de drie iteraties kan worden gebruikt

als didactisch middel in andere *thinking classrooms*, is een bredere onderzoeksopzet nodig om generieke theoretische inzichten te kunnen opstellen.

Beperkingen bestaan ook met betrekking tot de deelnemers aan dit onderzoek. De groep studenten is continu in de wetenschap geweest dat de effecten van de interventies onderzocht werden. Ze zijn hierdoor met hulp van de formulieren, maar ook in lessen waar geen interventie werd getest, vaak aangezet tot reflectie op de werkvorm. Deze studenten kwamen zelf tot de conclusie dat de manier van werken veel voor ze te bieden heeft en gaven voornamelijk positieve feedback. Ze hadden voor hun gevoel ook invloed op de werkvorm, doordat hun feedback tot mogelijke aanpassingen in de interventies zorgde. Er ontstond een open sfeer en studenten zagen de werkvorm als ontworpen om hen doelbewust te helpen. Deze groep was echter niet de enige groep studenten die dit nieuwe vak aan de TU Delft volgde. In andere zalen gaven andere docenten aan andere groepen op grofweg dezelfde manier les. De andere groepen vielen buiten de scope van dit onderzoek en kenmerkende verschillen tussen de groepen en de gevolgde lessen zijn niet onderzocht. Een bredere opzet had mogelijk tot andere resultaten kunnen leiden.

Een verdere beperking van het onderzoek is dat er tijd was voor slechts drie iteraties. De carrouselinteractie heeft mogelijke zwaktes die nog niet zijn geïdentificeerd. Dat wil niet zeggen dat de carrouselinteractie geen toegevoegde waarde kan bieden voor *thinking classrooms* in zijn huidige vorm, maar mogelijk komen dergelijke tekortkomingen aan het licht wanneer deze vorm vaker ingezet wordt.

Een belangrijke opmerking is dat de deelnemers aan dit onderzoek eerstejaars wiskundestudenten betroffen. Zoals gebleken uit de uiteenzettingen van de Amerikaanse National Research Council (2001) en Schoenfeld (1985) in hoofdstuk 2, zijn het zelfvertrouwen, positieve zelfbeeld en houding ten opzichte van wiskunde essentiële onderdelen van wiskundig onderwijs en het oplossen van wiskundige problemen. Deze studenten zijn, met het oog op hun studiekeuze, waarschijnlijk al verder ontwikkeld met betrekking tot *productive disposition* en *beliefs* dan de gemiddelde leerling op het secundair onderwijs. Liljedahl (2020) schrijft in zijn boek over bevindingen voor primair en secundair onderwijs. De verschillen tussen een student in de eerste maand na het secundair onderwijs en een student in het laatste jaar van het secundair onderwijs zijn mogelijk klein, maar dat is niet onderzocht. Het is denkbaar dat een gemengde groep leerlingen op het secundair onderwijs andere uitdagingen voor een docent met zich meebrengt dan een groep studenten die bewust voor de studie Technische Wiskunde gekozen hebben.

Een laatste opmerking is dat Liljedahl (2020) een uitgebreide omschrijving van *thinking classrooms* geeft in de vorm van 14 *best practices*. Niet al deze *best practices* zijn in vergelijkbare mate toegepast in de lessen voor het vak Bewijstechnieken. Wel zijn de kernaspecten van het werken in een *thinking classroom* toegepast. Zelf schrijft Liljedahl ook dat enkel de eerste hoofdstukken genoeg zijn om een waardig begin te maken met het bouwen van een *thinking classroom* en hij erkent ook dat sommige aanpassingen makkelijker door te voeren zijn dan anderen. Hoewel dus niet alle inhoud uit het boek van Liljedahl is toegepast, is er voldoende gedaan om te mogen spreken van een *thinking classroom*.

6.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Op basis van de bevindingen en beperkingen van dit onderzoek, kunnen enkele suggesties voor vervolgonderzoek gedaan worden. Verdere verkenning van de toepassing van *thinking classrooms* lijkt veelbelovend voor de verbetering van wiskundig onderwijs zoals beschreven in hoofdstuk 2. Gezien dit onderzoek zich richt op docentgestuurde interactie in *thinking classrooms*, zullen de

aanbevelingen zich hierop richten. Verder onderzoek in brede zin naar *thinking classrooms* wordt in beginsel aanbevolen.

Er kan op tal van manieren vervolgonderzoek worden gedaan met het gebruikte kader voor dit onderzoek. Zo kan carouselinteractie breder worden getest met groepen van verschillende grootte, samenstelling, opleidingsniveau en leeftijd. Dit testen van carouselinteractie kan inhouden dat de resultaten van dit onderzoek vergeleken worden met de uitkomsten van vervolgonderzoek met de genoemde verschillende groepen. Ook kan er via dezelfde methodiek van *design-based research* worden doorgegaan met itereren om carouselinteractie te verbeteren als didactisch middel. Een voorbeeld dat kan worden onderzocht is studenten niet laten overleggen met groepen die direct naast hun groep aan het werk zijn. Dit zijn namelijk groepen waarbij het makkelijkst al informatie gehaald kan worden buiten het carouselmoment om en het kan interessanter zijn om een groep te spreken wiens bord niet in het directe gezichtsveld van de eigen groep hangt. Andere aspecten zoals het optimale moment vinden voor carouselinteractie kunnen ook worden onderzocht met verdere iteraties. Zoals in de conclusie genoemd is, vormt het vinden van een moment dat voor alle groepen even goed werkt namelijk een uitdaging. Dit kan gecombineerd worden met onderzoek in een bredere context en verschillende groepen zoals eerder omschreven.

Naast het verder uitwerken van carouselinteractie, is het interessant om te kijken naar andere vormen voor docentgestuurde interactie als *micro-move* voor docenten in *thinking classrooms*. Carouselinteractie is een vorm waarbij de hele groep op één moment tot interactie wordt gedwongen. Mogelijk zijn andere vormen hier beter voor geschikt. Ook is het interessant om vormen te testen waarbij dit klassikale aspect achterwege wordt gelaten en docentgestuurde interactie plaatsvindt met meer maatwerk. Een uitdaging van het klassikale aspect is al vaker besproken in dit onderzoek en die kan mogelijk worden afgewogen tegen de uitdagingen van een vorm waarbij de docent niet op één moment, maar gedurende een langere periode studenten met elkaar in contact brengt.

Ook is gesproken over de observatie dat bij toepassing van carouselinteractie de studenten weinig tot geen interactie lijken aan te gaan buiten het carouselmoment om. Mogelijk vormt dit een obstakel om uiteindelijk van docentgestuurde interactie in een *thinking classroom* over te stappen naar de ideale setting waarin studenten op eigen initiatief hun autonomie uitoefenen. Een vervolgonderzoek kan zich richten op een onderwijscontext die begint met carouselinteractie en de overstap maakt van docentgestuurde interactie naar interactie op eigen initiatief van de studenten. Eventueel kan zelfs geprobeerd worden om niet vanuit docentgestuurde interactie te beginnen en de uitdagingen van het realiseren van kennismobiliteit te analyseren wanneer het initiatief vanaf de eerste les al zoveel mogelijk bij de studenten wordt gelegd.

Literatuurlijst

- Bakker, A., & van Eerde, D. (2014). An introduction to design-based research with an example from statistics education. In A. Bikner-Ahsbabs, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to qualitative research in mathematics education: Examples of methodology and methods* (pp. 429–466). Springer.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Collins.
- Delta. (2017, January 25). *TU wil pilot met ingangseis wiskunde-B*. Delta.
<https://delta.tudelft.nl/en/article/tu-wil-pilot-met-ingangseis-wiskunde-b-clone>
- Liljedahl, P. (2020). *Building thinking classrooms in mathematics, grades K-12: 14 Teaching Practices for Enhancing Learning*. Corwin Mathematics.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A User's Manual*.
- National Research Council. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9822>.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Elsevier.
- Serious Science. (2014, June 18). *Peer Instruction for Active Learning - Eric Mazur* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofI>
- SLO. (2020). *Probleemoplossend denken en handelen*. SLO: Landelijk expertisecentrum voor het curriculum. <https://www.slo.nl/thema/meer/21e-eeuwsevaardigheden/probleemoplossend/>
- Thijs, A., Fisser, P., & van der Hoeven, M. (2014). *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs*. SLO: Landelijk expertisecentrum voor het curriculum.
- Weijers, R. J., De Koning, B. B., & Paas, F. (2020). Nudging in education: from theory towards guidelines for successful implementation. *European Journal of Psychology of Education*, 36(3), 883–902. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00495-0>
- Wieman, C. (2007, November). *The "Curse of Knowledge" or Why Intuition About Teaching Often Fails*. American Physical Society News, 16(10)
- Zonnenberg, L. & Rutten, P. (2023). *Toetsen getoetst. Het begrijpen van het langzaam verlaagde niveau van het vwo Centraal Examen (CE) Wiskunde en Natuurkunde*. McKinsey & Company.

A. Informed Consent formulier

Toestemmingsformulier onderzoeksproject naar effectiviteit BTC didactiek



Beste student,

In het kader van een masterscriptie doet Bart Schelfaut onderzoek naar de effectiviteit van didactische keuzes bij de werkcolleges van het vak TW1-11 – Problem Solving & Proofs.

DOEL VAN HET ONDERZOEK

Voor de invulling van de werkcolleges wordt didactiek gebruikt die een aantal best practices volgt vanuit de literatuur van onder meer P. Liljedahl over het creëren van leeromgevingen waar deelnemers worden gestimuleerd tot het actief zelf nadenken en niet zozeer het volgen (imiteren) van de docent.

Het onderzoek heeft als doel om in kaart te brengen hoe de informatieuitwisseling tussen groepjes studenten effectief kan worden gestimuleerd. Hiervoor worden (licht) verschillende didactische keuzes gemaakt tijdens een aantal werkcolleges en worden deelnemers geobserveerd tijdens deze colleges.

Er worden beeldopnames gemaakt, maar deze worden niet publiekelijk toegankelijk gemaakt. Informatie uit de beeldopnames wordt omgezet naar tekst en wanneer de beeldopnames niet meer nodig zijn voor het vervolg van het onderzoek worden deze vernietigd. Ook wordt er data verzameld in de vorm van enkele vragenformulieren en kunnen deelnemers worden uitgenodigd voor een interview. Bij een eventueel interview worden geluidsopnames gemaakt die net als de beeldopnames worden vernietigd zodra deze niet meer nodig zijn voor het vervolg van dit onderzoek.

Alle gegevens worden anoniem verwerkt. Alle gegevens worden beveiligd opgeslagen via projectstorage van de TU Delft. Indien citaten worden gebruikt zal dit zijn onder fictieve namen en informatie wordt niet gepubliceerd in een vorm die terug naar specifieke personen te herleiden zijn.

Van dit onderzoek wordt verslag gedaan in de vorm van een thesis die publiekelijk zal worden geplaatst op de thesis repository van de TU Delft.

RECHTEN VAN DEELNEMERS

Deelnemers mogen altijd vragen stellen bij onduidelijkheden. Dat kan persoonlijk of via e-mail aan de onderzoeker of supervisor J. Spandaw. Elke deelnemer heeft het recht om op ieder moment de deelname aan het onderzoek te beëindigen tijdens de werkcolleges zonder gevolgen. Hiervoor hoeft geen reden gegeven te worden.

TOESTEMMING VERZAMELING EN VERWERKING VAN GEGEVENS:

Ja ik geef toestemming voor het verzamelen en verwerken van mijn gegevens zoals in deze brief is omschreven voor dit onderzoek.

Naam en handtekening:

B. Exitformulieren

In deze bijlage worden de exitformulieren gedeeld die gebruikt zijn voor het verzamelen van kwalitatieve feedback bij de deelnemers aan het onderzoek. Voor elke iteratie is een exitformulier opgesteld met uitsluitend open vragen. Er is gekozen voor grote omkaderde vakken per vraag, gezien de manier waarop ruimte of lay-out gebruikt wordt invloed heeft op gedrag. Een groot invulveld suggereert dat uitgebreide antwoorden wenselijk zijn (spatiale framing). Dit is een vorm van nudging.

Zie de volgende pagina's voor de gebruikte formulieren.

Je hebt deze sessie in een groep gewerkt aan een (nieuw) probleem. Onderstaande vragen gaan over hoe jij de sessie hebt ervaren. Er zijn geen goede of foute antwoorden. De vragen hebben bewust een open karakter om ruimte te bieden voor motivatie bij je antwoorden. Die motivatie is voor het onderzoek juist interessant.

**Voor dit vragenformulier delen we de sessie op in drie fasen: Voordat de docent studenten laat doorschuiven om te overleggen (1), tijdens dit geplande overlegmoment (2) en na dit geplande overlegmoment (3). **Wanneer we spreken van interactie kan dit zowel gaan over passieve interactie (kijken naar, meeluisteren met e.d.) als over actieve interactie (contact opzoeken, vragen stellen, in gesprek gaan e.d.).*

1 Welke kaart heb je getrokken aan het begin van de sessie? (bijv. klaver drie)
2 Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3*?
3 Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?
4 Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)
5 Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?
6 In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?

Z.O.Z.

7 Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?

8 Hoe kijk je zelf naar interactie** met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?

9 Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan

10 (optioneel) *Misschien ga ik graag met je in gesprek ga om een aanvulling, verduidelijking of meer van jouw kijk ergens op te horen. Als je daar eventueel aan mee zou willen werken, schrijf dan hier je naam op. Jouw naam wordt verder niet gedeeld en eventuele quotes zullen met een fictieve naam worden verwerkt in het onderzoek. Gegevens zullen nooit worden gepresenteerd op een manier die naar een persoon te herleiden zijn.*

Einde exitvragen

Voor vragen over dit onderzoek kan je ten alle tijden terecht bij Bart (onderzoeker) en Bart (docent). Deelname is geheel vrijwillig en je mag op elk moment stoppen met deelname.

Je hebt deze sessie in een groep gewerkt aan een (nieuw) probleem. Onderstaande vragen gaan over hoe jij de sessie hebt ervaren. Er zijn geen goede of foute antwoorden. De vragen hebben bewust een open karakter om ruimte te bieden voor motivatie bij je antwoorden. Die motivatie is voor het onderzoek juist interessant.

**Voor dit vragenformulier delen we de sessie op in drie fasen: Voordat de docent studenten laat doorschuiven om te overleggen (1), tijdens dit geplande overlegmoment (2) en na dit geplande overlegmoment (3). **Wanneer we spreken van interactie kan dit zowel gaan over passieve interactie (kijken naar, meeluisteren met e.d.) als over actieve interactie (contact opzoeken, vragen stellen, in gesprek gaan e.d.).*

1 Welke kaart heb je getrokken aan het begin van de sessie? (bijv. klaver drie)
2 Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3*?
3 Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?
4 Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)
5 Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?
6 Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?

Z.O.Z.

7 Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?
(Als jij de doorschuiver was, gaat deze vraag over of je het jezelf vond lukken om duidelijk te vertellen)

8 Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?

9 Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan

10 (optioneel) *Misschien ga ik graag met je in gesprek ga om een aanvulling, verduidelijking of meer van jouw kijk ergens op te horen. Als je daar eventueel aan mee zou willen werken, schrijf dan hier je naam op. Jouw naam wordt verder niet gedeeld en eventuele quotes zullen met een fictieve naam worden verwerkt in het onderzoek. Gegevens zullen nooit worden gepresenteerd op een manier die naar een persoon te herleiden zijn.*

Einde exitvragen

Voor vragen over dit onderzoek kan je ten alle tijden terecht bij Bart (onderzoeker) en Bart (docent). Deelname is geheel vrijwillig en je mag op elk moment stoppen met deelname.

Je hebt deze sessie in een groep gewerkt aan een (nieuw) probleem. Onderstaande vragen gaan over hoe jij de sessie hebt ervaren. Er zijn geen goede of foute antwoorden. De vragen hebben bewust een open karakter om ruimte te bieden voor motivatie bij je antwoorden. Die motivatie is voor het onderzoek juist interessant.

**Voor dit vragenformulier delen we de sessie op in drie fasen: Voordat de docent studenten laat doorschuiven om te overleggen (1), tijdens dit geplande overlegmoment (2) en na dit geplande overlegmoment (3). **Wanneer we spreken van interactie kan dit zowel gaan over passieve interactie (kijken naar, meeluisteren met e.d.) als over actieve interactie (contact opzoeken, vragen stellen, in gesprek gaan e.d.).*

1 Welke kaart heb je getrokken aan het begin van de sessie? (bijv. klaver drie)
2 Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3*?
3 Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?
4 Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)
5 Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?
6 Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof, maar ook <u>specifieke overlegtijd gegeven om iedereen in het groepje op één lijn te krijgen</u> . Ervaar jij deze onderstreepte aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?

Z.O.Z.

7 Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep, nadat elk groepje overlegtijd kreeg om het doorschuiven voor te bereiden. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?
(Als jij de doorschuiver was, gaat deze vraag over of je het jezelf vond lukken om duidelijk te vertellen)

8 Wat zijn voor jou mogelijke verbeterpunten voor deze lesvorm. En wat ervaar jij als sterke punten? *Dit mag je bij je persoonlijke ervaring/voorkeuren houden, je hoeft niet per se te generaliseren.*

9 Blik terug op de interactie met andere studenten in deze lessen de afgelopen periode. Was jouw ervaring hiermee in eerste instantie positief, neutraal of negatief (en waarom) en hoe is dat eventueel veranderd door de weken heen (en waarom)?

10 (optioneel) *Misschien ga ik graag met je in gesprek ga om een aanvulling, verduidelijking of meer van jouw kijk ergens op te horen. Als je daar eventueel aan mee zou willen werken, schrijf dan hier je naam op. Jouw naam wordt verder niet gedeeld en eventuele quotes zullen met een fictieve naam worden verwerkt in het onderzoek. Gegevens zullen nooit worden gepresenteerd op een manier die naar een persoon te herleiden zijn.*

Einde exitvragen

Voor vragen over dit onderzoek kan je ten alle tijden terecht bij Bart (onderzoeker) en Bart (docent). Deelname is geheel vrijwillig en je mag op elk moment stoppen met deelname.

C. Data verzameld met exitformulieren

In deze bijlage staan alle antwoorden van studenten die gegeven zijn op de exitformulieren. Elke iteratie gebruikt een ander formulier. De formulieren staan in bijlage B. Per iteratie is een tabel gemaakt. De antwoorden zijn per student weergegeven, zodat zoveel mogelijk context behouden blijft.

Studenten krijgen een letter in elke iteratie. Niet elke student heeft de eigen naam altijd ingevuld op de exitformulieren. Dit was ook optioneel. De letters A-F zijn gegeven aan studenten die elke iteratie hun naam hebben ingevuld. Voor studenten A-F kunnen dus antwoorden uit verschillende iteraties naast elkaar worden gelegd en samen worden geanalyseerd, zoals in het onderzoek ook is gebeurd voor student A, die in iteratie 1 en 2 erg positief was, maar in iteratie 3 juist negatief was en zorgen uitte. Vanaf de letter G zijn de letters toegekend aan overige formulieren in willekeurige volgorde en student G in iteratie 1 hoeft niet student G uit iteratie 2 te zijn.

De antwoorden bevatten regelmatig spel- en taalfouten. Wanneer dergelijke fouten verbeterd konden worden zonder de inhoud of formulering van het antwoord aan te passen, is dit gedaan ten behoeve van de leesbaarheid. Op enkele plekken zijn verduidelijkingen aangebracht met opmerkingen. Deze opmerkingen staan dan tussen vierkante haken.

Namen van studenten worden niet gedeeld, maar zijn bekend bij de onderzoeker.

Tabel C.1 Antwoorden per student uit iteratie 1

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?	Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?	Hoe kijk je zelf naar interactie met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
A	♥ 6	Via het wisselproces en inspiratie opdoen van hun visuele weergaven	Twijfel over of onze uitspraken correct waren. Bij andere projecten soms ook als we vastliepen	Vergeleken met ons eigen werk als controle en eventueel als aanvulling op ons eigen werk als we hun denkstappen begrepen.	Bleef staan	Het hielp dat de doorgeschoven persoon vrijwel dezelfde ideeën had als wij. Zo konden we makkelijk uitleggen en de stappen van de doorgeschoven persoon begrepen.	Erg prettig. Zo kan je toch informatie van andere groepen krijgen met de benodigde context om hun denkstappen te begrijpen. De doorschuif fase geeft meestal toch wel een 'oja' momentje.	Erg positief. Andere groepen zijn niet te competitief met elkaar dus zijn zeer bereid elkaar te helpen.	Het is heel wat anders dan ik gewend ben, wat me aanspreekt. Ik ben benieuwd hoe deze werkvorm bijdraagt aan mijn begrip van de stof aan het eind van het vak en of ik straks anders te werk ga bij het oplossen van grote en complexe problemen.
B	♥ A	Voor de progressie hebben wij geen informatie gezocht, en ook niet nodig gehad, van andere groepen	Zie 2 [vorige vraag].	De informatie was geen toevoeging.	Bleef staan	Tijdens fase 2 konden wij uitleggen welk numeriek verband er bleek te zijn tussen aantal sneden en vlakken.	Fijn dat hierdoor informatie wordt uitgewisseld die je een stap verder kan brengen en waardoor de hele groep verder komt.	Ik vind dit proces heel stimulerend. Ik leer veel van de zienswijze en aanpak van anderen. Hierdoor vergroot ik ook mijn eigen vaardigheden.	Ik vind de lesvorm heel goed, een diepte-investering in het enthousiasme voor deze studie.
C	♠ 6	Tijdens fase twee overlegd met de uitgenodigde van een ander groepje.	Door het overlegmoment	Het andere groepje had een puzzelstukje wat wij misten en met dat stukje informatie konden weer verder	Bleef staan	Erg goed, het hielp dat we vrij duidelijk dingen hadden uitgeschreven op ons bord en dat wij ook aan die persoon uitleg gaven waardoor we beide wisten wat de ander misschien nog kon gebruiken.	Heel prettig, het haalt je groepje soms uit een focus op 1 bepaald ding en laat je duidelijk proberen uit te leggen wat jouw groepje heeft gedaan, waardoor je zelf beter begrijpt wat je doet.	Erg goed, ik ben op meerdere nieuwe inzichten gekomen door de andere groepjes. Soms ook vragen, maar wel belangrijk voor het probleem	Ik ben enorm positief over de lesvorm, het enige wat ik soms als probleem zie, is wanneer er een groot verschil in kennis is binnen een groepje en daardoor mensen achterblijven. Er wordt dan niet volledig uitgelegd.

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?	Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?	Hoe kijk je zelf naar interactie met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
D	 2	Relatief weinig informatie uitwisseling. Het meest merkwaardige was uitwisseling in f2 door de interpretatie van het probleem.	Onze intuïties komen redelijk overeen met andere groepen. Er waren enkel wat verschillen in details.	Niet al te veel aangezien er weinig was	Bleef staan	Door vanaf het begin te proberen zo exact mogelijk te formuleren werd het makkelijker om uit te leggen wat wij aan het doen waren.	Nuttig. Details zijn zeer belangrijk bij wiskunde.	Veel fijner dan in je eentje urenlang vastlopen op een probleem. Je ziet ook fouten die anderen maken waar je zelf niet tegenaan bent gelopen.	-
E	 3	Niet veel, we zaten als groepje zijnde al snel op een (denk ik) juist vermoeden	zie bovenstaand [vorige vraag]	Tijdens de uitwisseling kregen we evenveel informatie als dat we zelf hadden. Al ging het na de uitwisseling wel snel met het bewijs	Bleef staan	We hadden met zn 3en al snel door dat we dezelfde informatie hadden dus gingen we meer brainstormen over hoe we verder zouden kunnen. Aan het einde van fase 2 kwamen we zo op een sommering en begin fase 3 het bewijs met volledige inductie.	Ik heb nog niet gehad dat het andere groepje veel nieuwe informatie had, al levert het brainstormen met een ander persoon wel soms nieuwe inzichten op	Ik merk dat in een groep zo'n probleem oplossen best handig is wegens andere denkprocessen en perspectieven van andere mensen	Ik denk dat ik alles wel heb samengevat hierboven +sorry voor mijn handschrift
F	 3	Tijdens de wisseling in fase 2 heb ik met groep 4 overlegd	We hadden een vermoeden, maar we liepen vast op het bewijzen	Tijdens fase 2 was ik samen met groep 4 op inductie gekomen, met inductie hebben we toen de formule bewezen	Schoof door	Er was niet veel uitleg nodig aangezien we tot hetzelfde punt waren gekomen in fase 1.	Het helpt heel erg om een verse blik op het probleem te krijgen, met name wanneer je zelf vastzit. Verder kan het uitleggen van wat jij eerder hebt ook helpen om het beter te begrijpen.	Het is heel fijn dat je bij andere kan kijken en met ze overleggen zodat je zelf nooit vast komt te zitten, want vastlopen is het irritantste wat kan gebeuren bij probleemoplossen	Ik vind de huidige vorm heel fijn.

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?	Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?	Hoe kijk je zelf naar interactie met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
G	♣ A	In fase 2 gevraagd waar de groep waar ik naartoe ging mee bezig was en in fase 3 gehoord waar het groepje waarvan iemand naar mijn oorspronkelijke groep was toegekomen mee bezig was.	De gegeven opdracht van het doorschuiven. Met de hoop iets nieuws te horen van andere groepen waar we zelf nog niet op gekomen waren.	Gaan analyseren of het echt klopte, en vervolgens gaan overleggen of er nuttig gebruik van kon worden gemaakt of dat het misschien nergens toe leidde.	Schoof door	Redelijk. Het hielp dat zij ongeveer hetzelfde aan het doen waren. Dus ik kon gerichte vragen stellen over wat ik op hun bord zag en dingen toevoegen die zij nog misten.	Nuttig. Als je met de eigen groep vastloopt kan dat weer een nieuwe invalshoek opleveren. En vanuit daar nieuwe ideeën.	Ik vind het leuk en leerzaam. Door op verschillende manieren ergens naar te leren kijken, ontwikkelen we ons vermogen tot analyseren en bedenken van vervolgstappen in redeneren. Conclusies trekken uit informatie en met die conclusies weer verder redeneren.	Ik vind het leerzaam. Leuk want het is anders dan gemiddelde lessen. En het activeert echt denken op een andere manier dan andere leervormen. Dat werkt motiverend/enthousiasmerend. En het dwingt tot nadenken.
H	♠ 2	In fase 1 heb ik bij de groep naast ons gekeken of zij op hetzelfde uitkwamen en hoe zij algemene formules hadden geformuleerd. En ik keek gewoon een beetje rond het lokaal. In fase 2 hadden we even overlegd met iemand die erbij kwam en ook wat geleerd. In fase 3 niet.	Validatie. Zodat we wisten dat we een beetje goed zaten. En inspiratie/tips voor hoe verder.	Gecontroleerd of (deels) overgenomen	Bleef staan	Dat lukte wel goed omdat ik al zag dat wij iets heel vergelijkbaars hadden als hun groepje. Ze hadden alleen net anders uitgelegd maar kwam op hetzelfde neer.	Handig. Kan je weer wat nieuws leren en verder komen. En je snapt het beter door het uit te leggen.	Best wel nuttig. Heel anders dan hoe het overal gaat bij de rest van de studie. Je gaat er veel dieper op in, wat wel meer tijd kost.	[pijl naar vorige vraag]
I	♣ 6	Overleggen door een persoon doorwisselen	We werden doorgewisseld door docent	weerlegd naar eigen groep maar vervolgens niets nieuws ervan gebruikt	Schoof door	Goed in staat hiertoe omdat ik ons eigen bewijs begreep	Ik vind het leuk dat het zo interactief is en dat over het algemeen de moeilijkheidsgraad wat hoger ligt dan in het boek wat je aan het denken zet	Ik heb het als leuk ervaren	Ik heb verder geen extra feedback maar ik vond de les erg leuk

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?	Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?	Hoe kijk je zelf naar interactie met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
J	♥ 5	Tijdens fase 1 was ik vooral gefocust op ons eigen bord omdat dat eigenlijk al best vlot ging. Tijdens fase 2 heb ik eigenlijk alleen geluisterd naar wat de uitgewisselde student vertelde en tijdens fase 3 heb ik rondgekeken naar de andere whiteboards omdat we toen vastliepen.	Persoonlijk wil ik zo min mogelijk hulp om het uitdagend en spannender te maken, maar zodra het denkproces van het hele groepje vastloopt ga ik vrij snel proberen om te kijken of een ander groepje verder is. Het is ook minder leuk om stil te staan en geen idee meer te hebben.	Toegepast op wat wij al hadden, omdat ik het nog delen van mijn eigen werk wil behouden (en dus niet alles kopiëren van een ander groepje) anders voelt het een beetje als valsspelen.	Bleef staan	We waren vooral bezig met zelf uitleggen waar we mee bezig waren. Vooral het kunnen laten zien van tekeningen en formules op het whiteboard hielpen daarmee. Wel is het soms lastig om in woorden je denkproces duidelijk te maken (in dit geval had degene van het andere groepje ook even vo dus had er niemand echt last van)	Soms heel nuttig, met name als je zelf vastloopt en het andere groepje een nieuw inzicht heeft. Soms ben je beiden even ver en voelt het niet echt nodig.	Lijkt niet altijd even nodig en soms is het te makkelijk om bij anderen af te kijken. Vind het wel heel fijn hoe we aan het einde alles klassikaal delen zodat iedereen het antwoord heeft.	Ik ben erg fan van het zitten in groepjes en raadsels oplossen, maar vooral omdat ik zelf ook graag in mijn vrije tijd puzzels en raadsels oplos. Ik zie niet altijd het verband van de raadsels inhoudelijk en de leerstof dus als het niet verplicht was, was ik mogelijk ook niet altijd geweest. Ook hou ik van het staan bij een whiteboard omdat je er erg actief van wordt.
K	♣ 4	Fase 1: kijken bij andere borden als ik vastloop. Fase 2: ik was op bezoek bij het groepje naast me en heb gevraagd wat zij hadden. Fase 3: gevraagd aan mijn groepsgenoot wat ze heeft geleerd van het andere groepje"	Meestal als we vastliepen bij een stukje en niet meer wisten hoe we verder moesten.	In dit geval niet zo veel, omdat de groepjes naast ons vergelijkbare ideeën hadden.	Schoof door	Ik begreep goed waar de andere groep mee bezig was omdat ik zelf al heb gewerkt aan het probleem. Dus ik wist wat er opgelost moest worden.	Erg handig in sommige gevallen, want meestal kijkt elk groepje naar het probleem op een andere manier, en dus helpt het om je visie op het probleem te verbreden.	Het is fijn dat je interactie hebt met andere groepen, want als je vastloopt bijvoorbeeld is het handig. Te veel interactie is niet fijn, want dan kom je zelf niet meer met het idee, of het andere groepje gebruikt jullie idee.	Ik vind het een fijne lesvorm. Zeker voor de overstap van kleine klassen in de middelbare naar colleges op de universiteit, dat je toch nog een makkelijk klein klasje hebt.

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?	Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?	Hoe kijk je zelf naar interactie met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
L	♥ 2	Nee	Omdat ze op dezelfde spoor zaten	-	Schoof door	Met groepje 3 kon ik ze wel op weg helpen in welke vorm ze moesten formuleren, want hun idee was hetzelfde als dat van ons	Kan handig zijn over het algemeen als je vast zit	Kan eigenlijk meer zijn, als je eenmaal vast zit met je eigen groepje, is handig om wat meer ideeën te vormen met andere groepen	Nee, prima zoals het was
M	♥ 3	In phase 1, we did not approach another group, except when we switched one partner to share ideas. During phase 2&3 we listened to the rest of the classmates explain their approach to the problem.	It helps develop groupwork and let us know it's a learning space and not a competition. It helps develop each other's ideas and refine them better.	We brainstormed and developed using our existing ideas and came up with a solution. It pushes us closer to the goal.	Bleef staan	n	It was very useful and I find the phase 2 a good break to get fresh perspective.	If this was a lesson, the interaction would be considered a disturbance, when in reality, it helps me understand the material better.	I like the idea of today's format the most, because, when I was working, this is one of the key skills that is essential 'teamwork'
N	♠ 5	Op andere borden afgekeken	Vast lopen bij bewijzen van formules met inductie	weinig geleerd van andere groepjes omdat die een andere formule hadden	Bleef staan	Goed uit kunnen leggen omdat we met dezelfde formule bezig waren. We hadden allebei moeite met dezelfde stap dus we waren op hetzelfde niveau	Vaak heel nuttig omdat mensen van andere groepjes met iets anders bezig zijn en op andere ideeën brengen of juist ons probleem op kunnen lossen.	Soms heel nuttig omdat mensen precies hetzelfde idee hebben soms ook minder nuttig omdat mensen een ander idee hebben, waardoor je aan je eigen idee gaat twifelen.	Ik denk dat het 2 kanten op kan gaan. Of je zit op hetzelfde niveau als de mensen in je groep of totaal niet. Als mensen een veel hoger niveau hebben is het moeilijk om bij te blijven en val je vaak achter op de rest. Dit kan heel vervelend zijn maar het kan ook zijn dat de 'slimmere' mensen je goed kunnen helpen. Als je op hetzelfde niveau zit kom je er soms niet uit wat ook weer vervelend is.

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	In hoeverre was je tijdens fase 2 in staat uit te leggen wat jouw groep had bereikt of te begrijpen waar de andere groep mee bezig was? Wat hielp of hinderde je daarbij?	Wat vind je verder van fase 2 van de sessie (het doorschuiven)?	Hoe kijk je zelf naar interactie met andere groepen in een lesvorm als die van vandaag?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
O	♠ A	Niet veel, het groepje naast ons had niet veel toe te voegen aan onze ideeën.	Ik vond het soepel gaan in ons groepje, dus was hier niet bijzonder geïnteresseerd in	We zijn wel begonnen met de vergelijkingen van cirkels en lijnen om te zien of we een set lijnen kunnen bedenken die zo werkt	Bleef staan	Dit was goed uit te leggen omdat het groepje naast ons dezelfde richting op aan het denken was	Ik vind het idee interessant omdat het groepje wel net anders denkt, of het zo uitlegt dat je op een idee kan komen	Ik vond het duidelijk maar wellicht iets te klassikaal, waardoor je soms niet genoeg tijd hebt om te denken of een mogelijk idee uit te werken	Ik vind het wel fijn, alleen zou ik soms wat meer tijd willen om te denken voordat het door de klas gaat
P	♣ 5	Ja in fase 1	Wij hadden net een formule gevonden en ik ging kijken of zij ook al zo'n soort formule hadden en wat hun vervolgstap was	gedeeld met mijn groepje voor nieuwe inzichten	Schoof door	Wat hielp was dat het andere groepje ook al aardig ver was en dat zij dezelfde bevindingen hadden gedaan als ons groepje	Slim concept, je legt uit wat jullie hebben gedaan waardoor je het zelf beter snapt + je krijgt soms een ander perspectief van het oplossen van het probleem	Dat vind ik erg fijn. In groepjes kun je veel leren van anderen	-
Q	♣ 4	1. Kijken op borden van anderen om te zien of we goed op weg zijn. 2. Luisteren wat ze zeggen 3. niet meer want we waren volgens mij wel goed op weg, verder dan de rest	Niet weten wat je moet doen	Kijken of ze hetzelfde hebben zodat je niet heel lang aan een verkeerd vermoeden besteedt	Bleef staan	Goed want we hadden het samen bedacht en ook de andere groep had hetzelfde dus dan hoef je het niet echt uit te leggen	Nou soms is het andere groepje heel wat anders aan het doen en wil je gewoon door met waar je zelf mee bezig was, of je hebt hetzelfde gedaan en dus niet heel nuttig. Handiger om gewoon op de andere borden te kijken op tijdstip dat je het zelf nodig hebt	Kijken naar wat anderen doen is handig (maar soms denk je ook hier was ik zelf nooit op gekomen)	Ik vind het interessant om zo te werken maar alles kost wel veel tijd en als ik 2 uur in de UB ga zitten krijg ik veel meer gedaan dan in deze 2 uur

Tabel C.2 Antwoorden per student uit iteratie 2

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had? (als jij doorschoof, gaat dit over of je het zelf vond lukken duidelijk te vertellen)	Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
A	♥ 6	We hebben over een uitkomst overlegd met de groepsleden van het bord tegenover ons	We kwamen uit op een antwoord dat zij niet konden krijgen, dus we wilden weten waar dat verschil vandaan kwam gezien zij een vergelijkbare aanpak hadden	We hebben ons eigen antwoord geëvalueerd en we kwamen erachter dat zij iets te grote denkstappen hadden gemaakt	Bleef staan	Positief, het dwingt je om actief mee te blijven doen en alle denkstappen te begrijpen, omdat je mogelijk verantwoordelijk bent om de resultaten van jouw groepje uit te leggen/ te verdedigen.	Ik heb niet echt een verschil gemerkt in hoeverre de doorschuiver alles kan uitleggen. Beide keren ging het uitleggen wel prima. Misschien ook juist omdat de vorige keren de persoon die alles begreep doorschoof	Bij deze opdracht had ik persoonlijk minder last van een niveauverschil. Ook was iedereen in het groepje erg bereid om alles uit te leggen tot iedereen de stappen begreep.	De lesvorm van vandaag sprak me erg aan. Ik vond het sowieso wel een leuke werkvorm maar de toevoeging van de individuele aanspreekbaarheid met de kaarten motiveerde me wel om goed nog extra actief mee te doen met iedere stap van het denkproces en zelf meer initiatief te nemen.
B	♣ 3	We hebben ons beperkt tot geplande overlegmoment. Input in onze groep bij overleggen niet bruikbaar (na terugkomen)	We zaten nog grotendeels op een dood spoor. Dus alle info was welkom.	Mee aan de slag gegaan maar nog niet duidelijk waarheen het moet leiden	Bleef staan	Als neutraal. We hadden dezelfde info en een gelijkwaardige inbreng	De doorschuiver naar onze groep was prima in staat om zijn verhaal te vertellen, zij het dat dit beperkt was qua toevoeging.	Het was gelijkwaardig omdat niemand met een breakthrough is gekomen	-

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had? (als jij doorschoof, gaat dit over of je het zelf vond lukken duidelijk te vertellen)	Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
C	♥ 2	Afkijken en het uitwisselmoment	We kwamen totaal niet verder	De informatie gaf nieuw inzicht in het probleem zelf waardoor we verder konden waar we vastliepen	Schoof door	Neutraal, het uitwisselen van de informatie verloopt netjes, als je schuift wordt netjes uitgelegd en als je terugschuift ook weer door je eigen groepje dus je mist in beide gevallen niets	Naar mijn gevoel zorgde dit niet in verschil vergeleken met vorige keer, maar ik was degene die met geluk gekozen werd en ik was sowieso al bereid om te schuiven	Mijn groepje vandaag zat vandaag enigszins op 1 lijn qua niveau in dit probleem en als iemand iets niet begreep gingen we een stap terug, vandaag was dat dus positief	Ook al ging het goed in mijn groepje mis ik nog een nodigheid voor degenen die het wel snappen om het uit te leggen aan degenen die het niet snappen.
D	♥ 5	We stonden dusdanig dicht bij een ander groepje dat we ze altijd hoorden. Tijdens de uitwisseling hebben we een idee gekregen van een andere groep	Aanleiding voor het zoeken van informatie bij een andere groep was dat het zelf stroef liep	Uitgeprobeerd op de proef gesteld misschien wijst het een goede richting uit	Bleef staan	Geen verschil, algemeen lijken mijn medestudenten een redelijk gevoel voor verantwoordelijkheid te hebben waardoor de wissel anders niet veel zou verschillen	Ik heb een vermoeden dat de doorschuiver beter was voorbereid	It takes two to tango. Als iemand het niet volgt moeten ze wel actief blijven denken over vragen. Als er niets wordt gezegd weet ik het niet"	-
E	♠ 3	1 we hadden voor fase 2 nog niet echt een verband gevonden 2 ik moest doorschuiven en bij het andere bord heb ik een idee gekregen over verbanden tussen poren en oneven getallen 3 in deze fase hebben de informatie fase 2 uitgewerkt	we hadden in fase 1 nog niet superveel ideeën (wel grove ideeën over het mogelijk eindgetal 0)	bij het andere bord hadden ze al gekeken dat of het eindgetal even/oneven is veranderd per tweetal getallen (=lengte reeks)	Schoof door	Positief, dan vermijd je de ongemakkelijke verbale touwtrekdiscussie van wie er doorschuift	Wij hadden niet veel informatie, dus ik hoefde niets te vertellen wat het andere groepje niet al wist.	Ik vond het niveauverschil erg meevallen in dit groepje. We hadden alledrie ideeën die we eerst probeerden uit te leggen aan elkaar voordat we ze uitwerkten	-

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had? (als jij doorschoof, gaat dit over of je het zelf vond lukken duidelijk te vertellen)	Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
F	♥ 3	We hebben overlegd met groepje zes tijdens fase 2, maar daarbuiten geen informatie gezocht	Het geforceerde overleg	We hadden het vermoeden dat de lijsten [onleesbaar] op te lossen is gekregen, dit hebben wij gebruikt voor het vermoeden dat het aantal stappen tot oplossing belangrijkst is	Bleef staan	Ik zie dat het kan helpen met ervoor zorgen dat iedereen begrijpt wat er gebeurt, maar het kan ervoor zorgen dat mensen in de stress schieten als ze niet alles begrijpen. Daarom zie ik het als licht negatief	De doorschuiver had geen probleem met alles uitleggen	In mijn groepje was iedereen ongeveer op hetzelfde niveau dus n.v.t.	Ik vind de lesvorm met overleg en bespreken erg fijn
G	♠ 5	1 niet 2 zij legden uit wat ze deden en ik ook 3 niet	Niet veel contact gezocht ook omdat ik niet echt snapte wat de andere groep aan het doen was	niet zo veel want zij waren veel verder dan wij en ik snapte niet echt wat ze deden	Schoof door	Negatief want je kunt beter de persoon laten doorschuiven die het het beste snapt want dan heeft de andere groep er het meest aan	Ik vind het altijd moeilijk om te vertellen wat we hebben gedaan als ik het niet zelf bedacht, zeker omdat het altijd maar een vaag vermoeden is, dus ging niet zo goed	Ik snapte eigenlijk zelf niet deze keer, maar de anderen ook niet dus er was niet per se een niveauverschil.	Ik vond het een fijne manier van werken maar wij hadden wel baat gehad bij wat meer hints
H	♣ 2	Niet, heb op mijn eigen bord gefocust	Omdat we er zelf wel goed mee bezig waren en ik niet echt het gevoel had om met meer informatie meer te kunnen	nee, want ik had zelf zowaar al veel moeite met het probleem	Bleef staan	neutraal, het maakt niet zoveel uit of je doorschuift of niet, je krijgt sowieso wel nieuwe informatie	Ja het kwam wel duidelijk over	dat ligt vooral aan jezelf, als je niet wilt opletten dan krijg je ook niets mee	nee, begin er steeds meer gewend aan te raken

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had? (als jij doorschoof, gaat dit over of je het zelf vond lukken duidelijk te vertellen)	Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
I	♠6	Overleggen over ideeën samen achter het idee gekomen van oneven aantal oneven getallen levert nooit een even getal, niet zozeer dat we het idee al hadden maar samen bedacht	Niet een directe aanleiding, behalve dat het moest maar was nuttig	Verder uitgewerkt, zodat we in de richting van een bewijs gingen (na het delen met groepje)	Schoof door	Dit maakt me niet bijzonder veel uit, maar in dit geval was het wel handig aangezien het nieuwe ideeën teweeg bracht	We konden kort maar duidelijk beide de uitleg geven volgens mij, zodat we meer aan het probleem zelf zaten dan aan het delen van ideeën	volgens mij gaat het redelijk, alleen het verschilde wel aan hoeveelheid inbreng. Maakt mij verder niet erg veel uit, weet niet hoe de anderen hierover denken	Ik vond het goed, maar zou graag iets sneller de voorbespreking doen. Het was telkens heel veel voorbeelden terwijl ik het gevoel had dat het al eerder duidelijk was
J	♣6	Alleen tijdens fase 2 en 3, luisteren naar informatie tijdens fase 2 en tijdens fase 3 luisteren naar het terugkerende groepslied	het doorschuifmoment	niets met de informatie van degene die bij ons kwam - wij waren al verder. Veel met de informatie van het tijdens fase 3 terugkerende groepslied, zover waren we nog niet	Bleef staan	Positief, zo zijn het niet elke keer dezelfde mensen die doorschuiven	Geen verschil. Werd duidelijk overgebracht	Niet. Het gaat me vaak te snel en dan haak ik af doordat er alweer met het volgende wordt doorgegaan. Dit zorgt er helaas ook voor dat ik niks gezegd heb tijdens de sessie, alleen geluisterd en geprobeerd te volgen. Ik zou graag actiever deelgenomen hebben	Ik vond het een goede lesvorm. Het zou alleen fijner zijn als ervoor werd gezorgd dat iedereen in het groepje het begreep
K	♣5	Op andere borden kijken	Vastlopen op wat we nu moesten beginnen	Eigenlijk weinig omdat we niet begrepen wat er op de andere borden stond	Bleef staan	Neutraal, ik denk dat het alleen uitmaakt als bijv. Ik door moet schuiven terwijl ik ons eigen idee niet goed snap. Dan kan ik het ook niet goed uitleggen en heeft het andere groepje er niet veel aan	De doorschuiver kon het bij ons goed uitleggen waardoor wij hun idee goed snapt. Met dit onderdeel zijn we even verder gegaan maar kwamen er toch niet uit	Ging vandaag goed. Meestal ben ik juist degene die het minder goed snapt als de rest en blijf ik gewoon doorvragen tot ik het snap	Ik vind het een goede lesvorm. Het is alleen wel vervelend als je binnen je groepje weinig ideeën hebt omdat je dan vast blijft lopen

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had? (als jij doorschoof, gaat dit over of je het zelf vond lukken duidelijk te vertellen)	Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
L	♠ A	Ik moest doorschuiven naar een ander groepje en heb met hun onze ideeën uitgewisseld (verder heb ik ook wel om me heen gekeken wat er op andere borden stond)	Verplicht doorwisselen	Verder uitgewerkt met mijn eigen groepje omdat de andere groep een goed idee had	Schoof door	Positief, omdat je dan niet hoeft te discussiëren wie er doorgewisseld wordt	Geen verschil met normaal (ging goed)	Dat lukte goed	Ik vond het een leuke les en heb eigenlijk geen opmerkingen van wat er beter zou kunnen
M	♠ 4	Niet gedaan, vooral veel zelf gedaan met het groepje	We waren zelf al een heel eind gekomen	kort over gediscussieerd maar niet echt voor toevoeging gezorgd	Schoof door	Positief, minder gedoe over wie doorschuift en op die manier het meest eerlijkst	Ja, wij waren net op een theorie uitgekomen dus het was nog erg onduidelijk maar wel de grote lijnen doorgegeven	iedereen brengt iets bij en houdt de rest bij, er zal overigens altijd wel een verschil in niveau zijn	nee
N	♣ 4	In fase 1, we hebben geen informatie gezocht maar in fase 2 en 3, we hebben uitleggen onze vermoeden en hoe krijgen we dat vermoeden	want iedereen heeft verschillende idee van hoe moeten we de vraag en werken en dus verschillende methoden met verschillende antwoorden, dus het helpt onze als we beslissen welke methode we nemen	in mijn groep we hebben die informatie gebruikt om te verbeteren ons antwoord	Bleef staan	Het is positief, want iedereen krijgt minimaal een keer naar om andere groep gaan, en het helpt alles te beslissen en verbeteren	het is goed om uit te leggen wat we doen, en wat we kunnen niet doen, en help vragen als je dat nodig hebt	we make sure all of us are on the same page as we move through every step we discuss every stage of approach and help eachother understand the question and answer better	I have no comments, I enjoyed the session despite being sick

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof. Ervaar jij deze aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had? (als jij doorschoof, gaat dit over of je het zelf vond lukken duidelijk te vertellen)	Op de vorige formulieren werden zowel positieve als onhandige gevolgen genoemd van eventueel grote niveauverschillen binnen een groepje. Hoe lukt het binnen jouw groepjes om iedereen betrokken te houden en ervoor te zorgen dat iedereen het uiteindelijk snapt?	Wil je iets kwijt over de les of lesvorm van vandaag? Spreekt iets je wel of niet aan, ben je ergens benieuwd naar, heb je feedback of een interessant idee? Dit mag overal over gaan
O	♥ 4	Eigenlijk heb ik dat niet echt veel gedaan. Ik bleef vooral mijn eigen ding doen deze keer.	Ik had het gevoel dat ik zelf ergens naartoe aan het werken was en ik merkte dat informatie van een ander groepje in fase 2 niet heel nuttig was voor mij	Ik heb van de claim van een ander groepje het tegendeel laten zien. Dit versterkte juist mijn eigen vermoeden.	Bleef staan	Neutraal. Ik denk dat he niet per se uitmaakt wie er doorschuift zolang iedereen heeft opgelet bij zijn eigen groep	De doorschuiver kon alsnog wel uitleggen wat zijn groep had, ook al was dit (zei hij) niet erg veel	Ik denk dat iedereen in mijn groepje deze keer wel aangaf wanneer hij/zij iets niet duidelijk vond en ik probeerde er zelf ook voor te zorgen dat iedereen het snapte	Ik vond het wel goed gaan vandaag maar dat lag denk ik ook wel aan in welke groep je zit, dit was een fijne groep
P	♥ A	Ja tijdens fase 1 hebben we toen we geen ideeën meer hadden even rondgekeken op de borden. Tijdens fase 2 hebben de uitgezonden student en ik gecombineerd wat we vermoedden en daar iets nieuws uit gehaald en in fase 3 niet	Wanneer de ideeën op waren of wanneer bijvoorbeeld tijdens fase 2 de doorschuiver iets nieuws te vertellen heeft	Het toegepast op wat we hadden, omdat we beiden gelijke stappen ervoor hadden gedaan en het best veel overeenkwam (betreft fase 2) en dus de nieuwe informatie er zonder extra denkwerk bij konden zetten	Bleef staan	Neutraal, ik heb vorige keren nooit ook echt een voorkeur gehad voor wie er zou gaan of blijven en dus voelde het meestal ook als random. Wel was ik nieuwsgierig naar wat het groepje 6 had, maar in dit geval kwam die naar mij toe. Als ik was ingedeeld dood te schuiven was ik misschien liever blijven staan.	Ik vond het erg duidelijk en merkte geen verschil met vorige keren.	In dit geval waren we met zijn tweeën en ik vind zelf dat het op deze manier erg makkelijk was samen elkaar erbij betrokken te houden	Had het gevoel alsof er dit keer iets minder directie was vanuit de docent end at vond ik wel fijner aangezien het je iets meer aanzet tot zelf puzzelen en harder je best doen

Tabel C.3 Antwoorden per student uit iteratie 3

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof, maar ook specifieke overlegtijd gegeven om iedereen in het groepje op één lijn te krijgen. Ervaar jij deze onderstreepte aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep, nadat elk groepje overlegtijd kreeg om het doorschuiven voor te bereiden. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?	Wat zijn voor jou mogelijke verbeterpunten voor deze lesvorm. En wat ervaar jij als sterke punten? Dit mag je bij je persoonlijke ervaring/voorkeuren houden, je hoeft niet per se te generaliseren.	Blik terug op de interactie met andere studenten in deze lessen de afgelopen periode. Was jouw ervaring hiermee in eerste instantie positief, neutraal of negatief (en waarom) en hoe is dat eventueel veranderd door de weken heen (en waarom)?
A	◆ 3 (?)	Nauwelijks, omdat ik goed op moest letten bij mijn eigen bord. Ik heb wel tussendoor gespiekt maar weinig gedaan met de informatie	Kijken of andere een vergelijkbare aanpak hadden gekozen	Niets, ik heb niet lang genoeg gekeken om te begrijpen wat andere groepjes aan het doen waren	Bleef staan	Negatief, ik vond het onverwachtse fijner, omdat dat je forceerde om het gehele proces te volgen. Nu kan je afhaken en later om een samenvatting vragen	Het lukte de doorschuiver prima, maar niet beter/slechter dan vorige week	Verbeterpunt: Ik zou het fijn vinden om de week erna een voorbeeld-uitwerking van de docent op brightspace te hebben om te zien hoe hij het heeft aangepakt. Sterke punten: Ik vond het prettig dat de voorgaande feedback wordt meegenomen om de werkvorm bij te stellen. Het groepswork biedt andere methoden/perspectieven waar ik anders nooit op had gekomen	Mijn eerste ervaring was negatief. Niet vanwege de studenten maar omdat alles iets te snel voor mij ging en ik liever alleen werk. Nu is het oprecht positief. Voor mijn gevoel zijn de niveauverschillen kleiner. Ik kan in ieder geval alles bijhouden. Dat maakt het een prettigere ervaring. Ook durf ik inmiddels meer input te leveren, omdat ik meer gewend ben aan samen wiskundige vragen op te lossen

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof, maar ook specifieke overlegtijd gegeven om iedereen in het groepje op één lijn te krijgen. Ervaar jij deze onderstreepte aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep, nadat elk groepje overlegtijd kreeg om het doorschuiven voor te bereiden. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?	Wat zijn voor jou mogelijke verbeterpunten voor deze lesvorm. En watervaar jij als sterke punten? Dit mag je bij je persoonlijke ervaring/voorkeuren houden, je hoeft niet per se te generaliseren.	Blik terug op de interactie met andere studenten in deze lessen de afgelopen periode. Was jouw ervaring hiermee in eerste instantie positief, neutraal of negatief (en waarom) en hoe is dat eventueel veranderd door de weken heen (en waarom)?
B	 3	Niet in fase 1. In fase 2 wel op zoek naar nieuwe info maar niet méér gekregen dan we al wisten.	Kijken of we op de goede weg zaten	Er was geen input waar we mee verder konden	Schoof door	Als positief. We wilden onderling op één lijn zitten en dat kunnen meegeven aan een ander groepje	Ik was de doorschuiver. Door het overleggen was ik beter in staat de gezamenlijke visie van onze groep over te brengen naar het andere groepje	Ik vind de werkwijze heel stimulerend in de probleemoplossing. Uitwisseling zorgt voor delen van kennis. Ik zie géén zwaktes in dit proces	Ik merk dat de groep elkaar beter heeft leren kennen, daardoor in zijn totaliteit assertiever is geworden. Ik zie dat sommigen zich veiliger zijn gaan voelen in de groep.
C	 3 (?)	Spieken bij de andere borden	We liepen vast en ik wist ook dat het toegestaan was om te spieken dus waarom niet	Uiteindelijk vandaag niets, omdat we zelf op een idee kwamen	Bleef staan	Positief, het was een moment dat iedereen even stopte en een moment nam om samen te vatten wat we hadden gedaan, dat zorgde voor wat "clarity"	Het ging goed, het lukte onze doorschuiver goed om onze ideeën over te brengen	Vandaag geen verbeterpunten, heel positief	erg positief, naast dat het wiskundig prettig werkte, was het ook sociaal makkelijk om met wat nieuwe mensen te praten
D	 4	1) Niet 2) Vragen stellen, naar het bord van de andere groep kijken, zelf uitleggen 3) Niet	De meest voorkomende aanleiding is zelf geen werkbare ideeën hebben	Niet zo veel, verhaal was niet helemaal duidelijk	Bleef staan	Positief, zo blijft iedereen betrokken	Geen idee	Ik heb geen bezwaren. Weinig druk op individuele prestatie, stimuleert samenwerken zonder dat iemand met een goed idee tegen wordt gehouden	Onveranderd positief, zelfs als mensen niet veel te zeggen hebben kan je gewoon doorwerken en bijna altijd is het commentaar goed geaard en dus welkom

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof, maar ook specifieke overlegtijd gegeven om iedereen in het groepje op één lijn te krijgen. Ervaar jij deze onderstreepte aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep, nadat elk groepje overlegtijd kreeg om het doorschuiven voor te bereiden. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?	Wat zijn voor jou mogelijke verbeterpunten voor deze lesvorm. En watervaar jij als sterke punten? Dit mag je bij je persoonlijke ervaring/voorkeuren houden, je hoeft niet per se te generaliseren.	Blik terug op de interactie met andere studenten in deze lessen de afgelopen periode. Was jouw ervaring hiermee in eerste instantie positief, neutraal of negatief (en waarom) en hoe is dat eventueel veranderd door de weken heen (en waarom)?
E	♥ A	1 overleggen met eigen groepje 2 informatie gekregen van de persoon die doorgeschoven was 3 weer verder met overleggen met eigen groepje	fase 2	we hebben samen met de doorgeschoven persoon een manier gevonden om te bewijzen dat de opp max is als de hoeken gelijk zijn	Bleef staan	Positief, het diende ook als een soort samenvatting van wat we tot dan toe hadden	Weet ik niet, het andere groepje was even ver als ons	1: - 2: Een probleem aanpakken als dit door samen te werken gaat vaak makkelijker dan alleen	Positief, niet veranderd. Je leert ook mensen kennen
F	♣ A	Tijdens fase 2 heb ik overlegd met andere groepjes	de geforceerde switch	van het groepje dat bij ons kwam hebben we een manier van bewijs voor het maximale van een probleem met twee vaste punten gekregen	Schoof door	positief, je krijgt zo de tijd voor als iets niet 100% helder is maar uitleg van je toon te vragen	Ik kon alles wat wij hadden nu overbrengen	"Sterk punt: veel overleg en interactie verbeterpunt: iets meer tijd zou fijn zijn"	het begon positief en is positief gebleven
G	♣ 5	1 geen 2 vooral samen nieuws bedacht wat we hadden nog niet erg veel, maar er kwamen wel opeens nieuwe inzichten 3 ook eigenlijk geen	Ik heb dit niet bewust gedaan	Verder uitgewerkt naar een algemeen bewijs voor gelijk zijn hoeken	Schoof door	Neutraal, we liepen een beetje vast en hadden niet veel	Jawel, ik vertelde hoe we bezig waren met opdelen van driehoek in 3 driehoeken maar hadden er nog niet veel mee bereikt. Lukte wel duidelijk	Wat meer tijd, want nu denk ik net even na en is er weer iets nieuws	wel positief, soms is het heel handig om het te horen hoe anderen denken, of te zien wat op het bord daar staat, maar soms denk ik ook wel dat ik iets individueler wil (rustig) denken

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof, maar ook specifieke overlegtijd gegeven om iedereen in het groepje op één lijn te krijgen. Ervaar jij deze onderstreepte aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep, nadat elk groepje overlegtijd kreeg om het doorschuiven voor te bereiden. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?	Wat zijn voor jou mogelijke verbeterpunten voor deze lesvorm. En watervaar jij als sterke punten? Dit mag je bij je persoonlijke ervaring/voorkeuren houden, je hoeft niet per se te generaliseren.	Blik terug op de interactie met andere studenten in deze lessen de afgelopen periode. Was jouw ervaring hiermee in eerste instantie positief, neutraal of negatief (en waarom) en hoe is dat eventueel veranderd door de weken heen (en waarom)?
H	♥ 5	in phase 1 we didn't have much info from other groups in phase 2 we switched groups members to discuss our approach and exchanged ideas in phase 3 we explained what we had done for the plan	It helps eachother understand the problem better, like I was in a group by myself and another classmate. This question was not my strongest suit, so I wasn't much help. So talking to other teammates helped me understand	used it to further solve the problem	Bleef staan	positive, because it is good to always get every idea in the group and answer eachothers question because it helps in understanding our own expectations better	Good, they had good ideas because it helped eachother understand better	None, but maybe more time choosing to learn the basics of the problem	It was positive, because group work with less or no competition actively pushes eachother to solve and understand better
I	♣ 4	overleggen, maar ze kon het niet helemaal aan mij uitleggen	wij kwamen er niet helemaal uit	proberen te begrijpen, maar dat vond ik lastig	Schoof door	positief, we konden dan even overleggen wat we nou precies hadden en dan was het voor iedereen duidelijker denk ik	het lukte me wel om uit te leggen wat we hadden maar vooral omdat ik mijn eigen theorie ging uitleggen	ik vind het inmiddels een prima format geworden qua lesvorm. Veel sterke punten, kost alleen veel tijd zo het hele geheel voor 1 probleem	eerst neutraal denk ik, nu op zich positief want je kan er veel van leren en het is momenteel het enige sociale van de hele studie
J	♦ 4	tijdens fase 2 geluisterd naar iemand van andere groep tijdens fase 3 geluisterd naar teruggekeerd groepslid	doorwisselmoment	geprobeerd toe te passen van aankomend persoon tijdens fase 2. Daar schoten we niks mee op. Toen geprobeerd toe te passen van terugkerend groepslid tijdens fase 3. Was nuttiger, formule e.d.	Bleef staan	Jawel positief, want dan snapt iedereen tenminste waar aan gewerkt wordt.	Niet echt, deze persoon kon het nog steeds niet duidelijk vertellen. Het was niet zijn idee en de overlegtijd had niet duidelijker gemaakt voor hem	Sterk dat iedereen erbij betrokken wordt op deze manier	Positief, gezellig samen brainstormen over interessante onderwerpen. Naarmate ik minder van de problemen ging begrijpen werd ik steeds minder betrokken bij de samenwerking helaas

Student	Kaart (groepsindeling)	Hoe heb je eventueel informatie bij een andere groep gezocht in fase 1, 2 en 3?	Wat was de aanleiding voor het wel (of niet) zoeken van informatie bij een andere groep?	Wat heb je gedaan met eventuele informatie van andere groepjes? (en waarom?)	Schoof je in fase 2 door naar een ander groepje of bleef je staan?	Deze sessie werd random gekozen wie in de groep tijdelijk doorschoof, maar ook specifieke overlegtijd gegeven om iedereen in het groepje op één lijn te krijgen. Ervaar jij deze onderstreepte aanpassing als negatief, neutraal of positief, en waarom?	Er werd nu random iemand doorgeschoven naar de volgende groep, nadat elk groepje overlegtijd kreeg om het doorschuiven voor te bereiden. In hoeverre zorgde dit voor verschil in of het 'de doorschuiver' lukte om over te brengen wat diens groep gedaan had?	Wat zijn voor jou mogelijke verbeterpunten voor deze lesvorm. En watervaar jij als sterke punten? Dit mag je bij je persoonlijke ervaring/voorkeuren houden, je hoeft niet per se te generaliseren.	Blik terug op de interactie met andere studenten in deze lessen de afgelopen periode. Was jouw ervaring hiermee in eerste instantie positief, neutraal of negatief (en waarom) en hoe is dat eventueel veranderd door de weken heen (en waarom)?
K	♦ 2	Door uitwisselen	Het verplicht doorwisselen	Toegepast bij onszelf want hun idee was goed	Bleef staan	Positief. Het is belangrijk dat iedereen het snapt	Ik denk wel dat het er positief aan heeft bijgedragen	Een sterk punt van de lessen vind ik dat ze interactief zijn	Positief aangezien iedereen vriendelijk is
L	♥ 3	weinig maar vooral gekeken	eigenlijk weinig aanleiding omdat we zelf veel ideeën hadden	fase 1 weinig	Bleef staan	Positief omdat degene die het minder goed snapte door moest schuiven. Zo konden we hem dus nog goed uitleggen wat het idee was.	Goed. Nu kon de doorschuiver het beter uitleggen dan anders	Sterke punten zijn het doorschuiven en in groepjes werken. Nadeel van in groepjes werken blijft voor mij echt wel het niveauverschil per opdracht	Begin negatief aangezien ik vaak achterbleef in het niveau. Nu neutraal aangezien ik vaker bij blijf
M	♥ 2	in fase 2 van het andere groepje informatie gekregen	als we vastliepen	volledig op hun idee doorgerekend	Bleef staan	positief, goed dat iedereen weer dezelfde informatie heeft	ging wel goed, niet heel nuttige informatie	de lesvorm is goed, je blijft altijd nadenken over het probleem, nog geen verbeterpunt	positief, als je een best lastig probleem hebt, en erover praat met medestudenten is veel leuker dan er zelf over nadenken
N	♣ 2	uitwisseling	ideeën bekeken	ideeën switchen	-	Neutraal, voor mij maakt niet zoveel uit	Erg goed omdat de ideeën kan beter doorgeven	ik vind gewoon goed	positief, ik vind leuk om met mensen samen te werken