

BUILDING THINKING CLASSROOMS in mathematics Implementatie in de lespraktijk

Aantal woorden: 22 713

Christel Bombeeck
Studentennummer 19953857

Promotor: Prof. dr. Hendrik Van Maldeghem
Commissaris: Dhr. Gommaar Maes

Masterpraktijkproef (9SP) voorgelegd voor het behalen van de graad van de Educatieve
Master in de wetenschappen en technologie

Academiejaar: 2024 - 2025, Educatieve Masteropleiding

Voorwoord

Na twintig jaar afwezigheid uit het onderwijslandschap vond ik ruim vier jaar geleden opnieuw mijn weg naar de schoolbanken, ditmaal niet als leerling, maar als leerkracht. Wat precies de aanleiding was voor deze wending in mijn professionele leven, is moeilijk met zekerheid te benoemen. Mogelijk speelde het feit dat mijn oudste zoon net de overstap naar het secundair onderwijs had gemaakt een rol. Misschien groeide mijn affiniteit met de schoolomgeving via mijn engagement als lid van de schoolraad. Wellicht was het een zoektocht naar een nieuwe uitdaging, na twee decennia als zelfstandig stabiliteitsingenieur gewerkt te hebben. Of voelde ik de behoefte om op een andere manier een maatschappelijke bijdrage te leveren? Vermoedelijk was het een samenspel van al deze factoren. Wat vaststaat, is dat ik op dat moment als de zogenaamde “zij-instromer” het onderwijsveld betrad.

Zonder duidelijke verwachtingen of voorkeuren werd ik tijdens de coronaperiode aangesproken door een schooldirecteur met de vraag welk vak of welke leeftijdsgroep ik het liefst zou onderwijzen. Die keuze kon ik toen nog niet maken. Ik startte met het geven van het vak techniek in het eerste jaar, maar het was pas toen ik kort nadien wiskunde mocht onderwijzen in de derde graad, dat ik werkelijk voelde waar mijn onderwijskundig hart lag.

Wat begon als een spontane beslissing, groeide al snel uit tot een doordachte keuze. Al gauw werd duidelijk dat een structurele verankering van mijn engagement als leerkracht enkel mogelijk was via het volgen van een educatieve masteropleiding. Aangezien ik twee jaar voordien de opleiding tot “Gerechtsexpert” aan de Universiteit Gent had afgerond en de academische wereld dus opnieuw mijn pad had gekruist, was de stap snel gezet. Met de studentenkaart nog in mijn bezit schreef ik me opnieuw in aan deze universiteit.

Intussen combineer ik reeds drie jaar het lesgeven in de tweede en derde graad secundair onderwijs met mijn zelfstandige praktijk en de opleiding tot educatieve master. Deze combinatie is pittig, maar ik draag haar met overtuiging. De opleiding biedt onmiskenbaar waardevolle inzichten, maar minstens evenveel leerde ik uit de dagdagelijkse praktijk in de klas.

Deze masterproef is het resultaat van een intensief traject, dat nooit mogelijk was geweest zonder de steun, begeleiding en aanmoediging van velen. Graag wil ik hier uitdrukkelijk mijn dank uitspreken.

Allereerst wil ik mijn promotor, prof. dr. Hendrik Van Maldeghem, van harte bedanken voor de kans om dit onderzoek te voeren binnen het kader van de educatieve masteropleiding. Ook commissaris dhr. Gommaar Maes verdient mijn oprechte dank voor zijn betrokken begeleiding, inhoudelijke ondersteuning en vooral voor zijn begrip en flexibiliteit inzake het tijdsmanagement, dat, mede door de combinatie van studie, werk en gezinsleven, waarschijnlijk een afwijkend verloop kende.

Ten tweede wil ik de schooldirecteur van Go! Atheneum Aalst bedanken voor de kans en het vertrouwen die ik heb gekregen om binnen haar school les te mogen geven. Ik besef dat het in eerste instantie een risico inhield om iemand zonder pedagogisch diploma aan te nemen. Mede dankzij een goed georganiseerde aanvangsbegeleiding kon ik mij volledig engageren en trachten dat vertrouwen niet te beschamen.

Vervolgens wil ik mijn collega's en leerlingen bedanken. Zij hebben elk op hun manier bijgedragen aan het realiseren van dit praktijkonderzoek. In het bijzonder wil ik mijn parallelcollega, mevrouw Tineke Schelfhout, bedanken voor haar gedeeld enthousiasme in het zoeken naar krachtige werkvormen, haar collegiale steun en haar constructieve feedback bij het nalezen van delen van deze masterproef. Haar opmerkingen hielpen mij om kritisch te reflecteren en verbeteringen aan te brengen. Intussen is zij veel meer geworden dan enkel een collega.

Tot slot, maar zeker niet in het minst, wil ik mijn echtgenoot Bart oprecht danken voor zijn onvoorwaardelijke steun, zijn luisterend oor en zijn niet-aflatende inzet op huishoudelijk vlak tijdens de afgelopen jaren. Zonder zijn betrokkenheid en toewijding was dit traject nooit haalbaar geweest. Ook mijn kinderen, Lukas en Arthur, wil ik bedanken om mij inzichten te geven in het tienerleven en zo onrechtstreeks, maar wezenlijk te helpen in mijn pedagogische reflecties en klaspraktijk. Jullie zijn goud!

Christel Bombeek,
Erembodegem, juni 2025

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Inhoudsopgave	3
Lijst van afkortingen	6
Lijst van figuren	7
Abstract	8
1 Inleiding	9
2 Literatuurstudie	11
2.1 Strategie 1: Welke soort opgaven we gebruiken in een denkklas	11
2.1.1 Door de bril van Peter Liljedahl	11
2.1.2 Denken over strategie 1	12
2.2 Strategie 2: Hoe we groepjes vormen in een denkklas	13
2.2.1 Door de bril van Peter Liljedahl	13
2.2.2 Denken over strategie 2	14
2.3 Strategie 3: Waar leerlingen werken in een denkklas	15
2.3.1 Door de bril van Peter Liljedahl	15
2.3.2 Denken over strategie 3	16
2.4 Strategie 4: Hoe we het meubilair opstellen in een denkklas	17
2.4.1 Door de bril van Peter Liljedahl	17
2.4.2 Denken over strategie 4	18
2.5 Strategie 5: Hoe we vragen beantwoorden in een denkklas	18
2.5.1 Door de bril van Peter Liljedahl	18
2.5.2 Denken over strategie 5	19
2.6 Strategie 6: Wanneer, waar en hoe opgaven worden gegeven in een denkklas . . .	20
2.6.1 Door de bril van Peter Liljedahl	20
2.6.2 Denken over strategie 6	20
2.7 Strategie 7: Hoe huiswerk eruitziet in een denkklas	21
2.7.1 Door de bril van Peter Liljedahl	21
2.7.2 Denken over strategie 7	22
2.8 Strategie 8: Hoe we leerlingautonomie kweken in een denkklas	22
2.8.1 Door de bril van Peter Liljedahl	22
2.8.2 Denken over strategie 8	23
2.9 Strategie 9: Hoe we leerlingautonomie kweken in een denkklas	23
2.9.1 Door de bril van Peter Liljedahl	23
2.9.2 Denken over strategie 9	25

2.10	Strategie 10: Hoe we een les consolideren in een denkklas	26
2.10.1	Door de bril van Peter Liljedahl	26
2.10.2	Denken over strategie 10	27
2.11	Strategie 11: Hoe leerlingen aantekeningen maken in een denkklas	28
2.11.1	Door de bril van Peter Liljedahl	28
2.11.2	Denken over strategie 11	29
2.12	Strategie 12: Wat we besluiten te beoordelen in een denkklas	29
2.12.1	Door de bril van Peter Liljedahl	29
2.12.2	Denken over strategie 12	31
2.13	Strategie 13: Hoe we formatief evalueren in een denkklas	32
2.13.1	Door de bril van Peter Liljedahl	32
2.13.2	Denken over strategie 13	32
2.14	Strategie 14: Hoe we beoordelingen geven in een denkklas	33
2.14.1	Door de bril van Peter Liljedahl	33
2.14.2	Denken over strategie 14	34
3	Implementatie in de lespraktijk: Resultaten en discussie	36
3.1	Toolkit 1	37
3.1.1	Denkstimulerende opgaven aanbieden (strategie 1)	37
	Vorbereiding	37
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	38
	Didactische reflectie	38
3.1.2	Zichtbaar willekeurige groepen vormen (strategie 2)	39
	Vorbereiding	39
	Concrete invulling	40
	Observaties tijdens de les	40
	Didactische reflectie	41
3.1.3	Verticale niet-permanente oppervlakken gebruiken (strategie 3)	41
	Vorbereiding	41
	Concrete invulling	43
	Observaties tijdens de les	43
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	44
3.2	Toolkit 2	45
3.2.1	Het lokaal niet-frontaal inrichten (strategie 4)	45
	Vorbereiding	45
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	45
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	46
3.2.2	Alleen blijf-denken-vragen beantwoorden (strategie 5)	46
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	46
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	48
3.2.3	Denkopgaven vroeg in de les, staand en mondeling geven (strategie 6)	48
	Vorbereiding	48
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	48
	Didactische reflectie	49
3.2.4	Check-je-begrip-opgaven geven (strategie 7)	50
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	50
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	50
3.2.5	Kennis mobiliseren (strategie 8)	51
	Vorbereiding	51
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	51

	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	52
3.3	Toolkit 3	54
3.3.1	Zet asynchroon hints en uitbreidingen in om flow te handhaven (strategie 9)	54
	Vorbereiding	54
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	55
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	56
3.3.2	Consolideer van onderaf (strategie 10)	57
	Vorbereiding	57
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	57
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	59
3.3.3	Laat leerlingen zinvolle aantekeningen maken (strategie 11)	59
	Vorbereiding	59
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	60
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	60
3.4	Toolkit 4	61
3.4.1	Beoordeel wat je waardevol vindt (strategie 12)	61
	Vorbereiding	61
	Concrete invulling en observaties tijdens de les	62
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	63
3.4.2	Help leerlingen inzien waar ze staan en waar ze naartoe gaan (strategie 13)	64
	Vorbereiding en concrete invulling	64
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	64
3.4.3	Geef cijfers op basis van data (niet op basis van punten) (strategie 14) . .	65
	Vorbereiding en concrete invulling	65
	Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties	66
3.5	De geleidelijke transfer naar een denkklas - algemene discussie	67
4	Conclusie	68
	Literatuurlijst	70
	Bijlagen	74
	Bijlage 1: Lesvorbereidingen	74
	Bijlage 2: Thin-slicing-opgaven	101
	Bijlage 3: Structuurblad voor aantekeningen	103
	Bijlage 4: Generatieve AI & Masterpraktijkproef 2024-2025	104

Lijst van afkortingen

ASS	Autismespectrumstoornis
BCL	Basiscompetenties van de leraar
BTC	Building Thinking Classrooms
ODSO	Onderwijsdoelen secundair onderwijs
OV4	Opleidingsvorm 4 (Buitengewoon Secundair Onderwijs)
VNPO	Vertikaal niet-permanent oppervlak
ZDT	Zelfdeterminatietheorie
ZNO	Zone van naaste ontwikkeling

Lijst van figuren

1.1	Vraag bij evaluatie over tweedegraadsongelijkheden	9
2.1	Voorbeeld van klasopstelling met beschrijfbare wanden	15
2.2	Voorbeeld van een niet-frontale klasopstelling	17
2.3	Grafische weergave van de balans tussen uitdaging en bekwaamheid als dynamisch proces	24
2.4	Grafische weergave van de twee types hints om vanuit de frustratiezone opnieuw in de flow te komen	25
2.5	Rubric opgemaakt als opdracht bij het vak “Krachtige leeromgevingen” in de Educatieve Masteropleiding	30
3.1	Raamwerk voor het ontwikkelen van denkklassen	36
3.2	Vooraf geselecteerde speelkaarten om willekeurige groepjes te vormen	39
3.3	Traditioneel klaslokaal in een klassiek schoolgebouw	41
3.4	Aangebrachte whiteboardfolies in de eigen klas	42
3.5	Grafische weergave van dingesneden reeks opgaven	55
3.6	Gedragsindicatoren opgesteld door de leerlingen voor een samenwerkingsrubric .	61
3.7	Samenwerkingsrubric om in te zetten tijdens de les	62
3.8	Gemarkeerde samenwerkingsrubric als beoordelingsinstrument	63
3.9	Instrument voor het vastleggen van leerlingdate voor het onderwerp eerstegraadsongelijkheden in 1 onbekende	66
3.10	Typische lesvolgorde volgens Liljedahl (lesduur 65 min.)	67

Abstract

Deze masterproef onderzoekt de implementatie van de didactische principes uit Building Thinking Classrooms in Mathematics (Liljedahl, 2021) in een wiskundeles over eerstegraadsongelijkheden in één onbekende, gegeven in twee klassen derdejaars met 4u wiskunde per week. Het onderzoek vertrekt vanuit de centrale vraag hoe de 14 strategieën uit het BTC-model concreet vertaald kunnen worden naar een Vlaamse klascontext, met aandacht voor hun effect op leerlingbetrokkenheid en -autonomie, denkactiviteit en evaluatiepraktijken.

De reflectie is gestructureerd aan de hand van de vier toolkits die Liljedahl hanteert: (1) het opstarten van denken, (2) het onderhouden van denken, (3) het responsief maken van denken, en (4) het herdefiniëren van evaluatie. Per strategie werd geanalyseerd hoe de lesinhoud, klasorganisatie en interactiepatronen zich aanpassen aan de BTC-aanpak, en welke didactische en beleidsmatige implicaties dit met zich meebracht. Er werd bijzondere aandacht besteed aan het ontwerp van denkstimulerende opgaven voor de ontwikkeling van procedurele kennis, verticale niet-permanente oppervlakken, het stimuleren van kennismobiliteit en leerlingautonomie en de consolidatiefase.

De resultaten tonen aan dat de BTC-principes leiden tot verhoogde cognitieve betrokkenheid, actiever klasgedrag, en dieper begrip bij de leerlingen. Tegelijk stuit de toepassing ervan op structurele beperkingen, waaronder de beperkte lestijd in het Vlaams secundair onderwijs (50 minuten t.o.v. de door Liljedahl voorgestelde 65 minuten) en de sterk ingebedde puntencultuur die formatieve evaluatie bemoeilijkt.

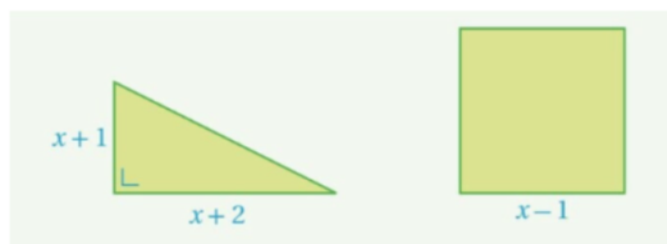
De conclusie van deze masterproef benadrukt dat BTC geen optelsom is van losse strategieën, maar een geïntegreerd didactisch model dat tijd, consistentie en schoolbrede ondersteuning vereist. Bij een doordachte en gefaseerde implementatie biedt het model krachtige handvatten om het wiskundeonderwijs te transformeren tot een ruimte voor denken, samenwerking en verantwoordelijkheid over leren.

Hoofdstuk 1

Inleiding

Tijdens een summatieve evaluatie over tweedegraadsongelijkheden kregen leerlingen uit het vierde jaar Latijn en Natuurwetenschappen onderstaande opgave (figuur 1.1). Hoewel een gelijkaardige opgave eerder aan bod was gekomen in het hoofdstuk over tweedegraadsvergelijkingen, waarbij leerlingen de waarde van x dienden te bepalen waarvoor twee oppervlakten gelijk waren, bleek deze toetsvraag voor velen onverwacht en uitdagend.

Gegeven zijn een rechthoekige driehoek en een vierkant met afmetingen zoals in onderstaande figuur is weergegeven.



Voor welke waarde van x is de oppervlakte van de driehoek groter dan die van het vierkant?

Noteer eerst de ongelijkheid en werk vervolgens uit.

Noteer steeds wat je aan het berekenen bent, met alle tussenstappen.

Duid het antwoord aan onder het tekenverloop **en** in een antwoordzin.

/7

Figuur 1.1: Vraag bij evaluatie over tweedegraadsongelijkheden

Uit de reacties van de leerlingen bleek een opvallende mate van onzekerheid; één leerling schreef zelfs expliciet op het blad: “Mevrouw, deze soort oefeningen hebben we niet gemaakt.”

Slechts twee van de dertien leerlingen slaagden erin de opgave correct op te lossen. Enkele anderen wisten hoe ze moesten starten, maar maakten fouten in de oppervlakteformules of bij het herschrijven van de uitdrukking naar de standaardvorm. Een beperkte minderheid kon de opgave niet zelfstandig aanvatten.

Dit ogenschijnlijk kleine incident illustreert een dieperliggend probleem in het wiskundig denkvermogen van leerlingen: het transfereren van geleerde kennis naar een nieuwe, enigszins gewijzigde context blijkt voor velen een moeilijk te overbruggen stap. Deze bevinding sluit aan bij bredere signalen uit de praktijk: in gesprekken met collega’s kwamen gelijkaardige moeilijkhe-

den frequent naar voren. De volgende vragen drongen zich dan ook steeds vaker op: Waarom ervaren zoveel leerlingen wiskunde als problematisch? In welke mate zijn zij nog in staat tot zelfstandig denken? Worden ze voldoende uitgedaagd om hun denkproces te activeren?

Bij het zoeken naar antwoorden op deze vragen kwam ik via online vakfora en professionele leergemeenschappen in contact met het werk van Peter Liljedahl. Zijn concept van een Building Thinking Classroom (BTC) sprak onmiddellijk tot de verbeelding. Centraal hierin staat het doel om klaslokalen in te richten als leeromgevingen waarin actief, diepgaand en zelfstandig denken gestimuleerd wordt. Visuele impressies van leerlingen die, rechtstaand in groepjes, samenwerkten aan verticale whiteboards, wekten mijn nieuwsgierigheid: zou deze didactische benadering daadwerkelijk het denken van leerlingen kunnen activeren?

Deze professionele interesse werd bovendien versterkt door een persoonlijke ervaring. Mijn zoon, op dat moment leerling in het vierde jaar secundair onderwijs, vroeg spontaan of hij een whiteboard op zijn kamer mocht plaatsen om efficiënter te kunnen studeren. Na de installatie van het bord merkte ik op dat hij het effectief gebruikte voor het uitwerken van fysica-oefeningen, het uittekenen van tijdschema's voor geschiedenis, het plannen van leerstof en het structureren van inhoudelijke samenvattingen. Deze observatie leidde tot de vraag of het gebruik van een whiteboard, zowel fysiek als pedagogisch, daadwerkelijk een meerwaarde kan betekenen in het leerproces van jongeren.

Deze combinatie van praktijkervaring, professionele reflectie en persoonlijke observaties vormde de aanleiding om me binnen deze masterproef te verdiepen in het werk van Peter Liljedahl. De centrale onderzoeksvraag werd dan ook snel duidelijk: op welke manier kunnen we als leerkracht wiskunde BTC implementeren om klaslokalen te transformeren tot echte denkkamers? Deze masterproef is het resultaat van die zoektocht.

Hoofdstuk 2

Literatuurstudie

De basis van dit werkstuk is het boek *Building Thinking Classrooms in mathematics* van Peter Liljedahl. Het spreekt voor zich dat in deze literatuurstudie de 14 strategieën, die in dit boek aan bod komen om leerlingen maximaal aan het denken te zetten, nader worden toegelicht. Bijkomend worden deze strategieën getoetst aan hedendaagse pedagogische en psychosociale inzichten in onze samenleving, de onderwijsdoelen of leerplannen en de basiscompetenties van de leerkracht. Het “denken over” elk van deze strategieën wordt steeds gekaderd binnen het theoretische luik van de opleiding tot educatieve master.

2.1 Strategie 1: Welke soort opgaven we gebruiken in een denklas

2.1.1 Door de bril van Peter Liljedahl

Bij het creëren van een setting waarin leerlingen actief betrokken zijn bij diepgaand wiskundig denken, ligt de focus op het belang van “goede” opgaven. De aard van de opgaven heeft invloed op de cognitieve betrokkenheid van de leerlingen en een zorgvuldige keuze en ontwikkeling van opgaven zijn cruciaal voor het succes van een denkklas.

Traditionele wiskundeopgaven vertonen vaak een procedurele en gesloten aard. Deze opgaven, die zich richten op het nabootsen van gekende algoritmen en formules, bieden weinig ruimte voor creativiteit, verkenning of een diepgaand begrip. Leerlingen krijgen deze passief en volgen de procedures als het ware mechanisch, zonder de fundamentele wiskundige principes te doorgronden. Dit resulteert in oppervlakkig leren en een negatieve kijk op wiskunde.

Liljedahl presenteert als alternatief het idee van “rijke” denkopgaven, ontworpen om leerlingen te motiveren, te boeien en te stimuleren tot grondig nadenken. Ze worden gekenmerkt door: het stimuleren van de nieuwsgierigheid van de leerlingen, het geven van ruimte voor exploratie, het ondersteunen van verschillende oplossingspaden en antwoorden, het geven van een diepgaand begrip door middel van rijke wiskundige inhoud, en het toegankelijk maken, ongeacht het niveau van wiskundige vaardigheid van de leerlingen. Een laagdrempelige instap (low floor) met een toenemende complexiteit maakt het voor alle leerlingen mogelijk om deel te nemen, terwijl de sterkere leerlingen de kans krijgen om aan de slag te gaan met complexere uitbreidingen. Differentiatie vindt niet plaats via afzonderlijke opgaven op diverse niveaus, maar door het verbreden en verdiepen van één en dezelfde taak.

Liljedahl legt de nadruk op het feit dat effectieve denkopgaven aanvankelijk een niet-curriculair karakter bezitten. Wanneer de denkcultuur zich ontwikkelt, kan er worden overgestapt op curriculaire taken, zodat ze relevant zijn en aansluiten bij de leerdoelen en de leefwereld van de leerlingen. Daarnaast is het essentieel dat de taken een communicatieve aard hebben, wat uitnodigt tot onderlinge discussie, argumentatie en het uitwisselen van ideeën. Er moet ook gelegenheid zijn voor reflectie, metacognitie en zelfevaluatie.

De opgaven zijn verbonden met verschillende werkvormen die de effectiviteit van denkactiviteiten kunnen verbeteren, zoals whiteboardwandelingen, snel schrijven (tijdgebonden denkfasen) en peerevaluatie. De geselecteerde vormen en de fysieke opzet van de ruimte zijn cruciaal voor de interactie en het gezamenlijke wiskundig denken.

In een denkklas verandert de functie van de leerkracht van traditioneel instructiegeven naar het ondersteunen van wiskundig denken. De leerkracht selecteert, organiseert en ondersteunt het proces, stelt gerichte vragen zonder direct antwoorden te geven, zodat de leerlingen worden ondersteund bij het ontwikkelen van hun denkstrategie. Feedback concentreert zich voornamelijk op de kwaliteit van het redeneren en het formuleren van wiskundige argumenten. Fouten maken en onderzoekend werken worden genormaliseerd, waardoor leerlingen wiskunde ervaren als een dynamisch en gezamenlijk proces van ontdekking.

Door open, generatieve en toegankelijke opgaven te kiezen, leggen leerkrachten de basis voor structuren voor samenwerking en reflectie. De bespreking van deze eerste strategie richt zich op de belangrijkste vraag: “Welke taken stimuleren daadwerkelijk wiskundig denken?” De gebruikelijke focus op duidelijke en routinematige taken blijkt niet passend te zijn als het erop gericht is om leerlingen te stimuleren tot actieve denkvaardigheden. Hierdoor speelt het een cruciale rol in het wiskundeonderwijs, waarin denken vooropstaat boven het herhalen en het routinematig toepassen van procedures.

2.1.2 Denken over strategie 1

De inhoud van deze eerste strategie sluit nauw aan bij constructivistische en motivatietheorieën, maar roept tegelijk vragen op over haalbaarheid en differentiatie. Vanuit sociaal-constructivistisch perspectief (Vygotsky, 1978) zijn uitdagende opgaven noodzakelijk om leerlingen binnen hun ZNO te brengen. In zulke taken ontstaat een noodzaak tot interactie, waarmee kennis co-constructief wordt opgebouwd. Dewey (1938) benadrukte reeds het belang van probleemgestuurd en ervaringsgericht leren, waarin leerlingen niet louter kennis consumeren, maar actief betekenis geven aan leerinhouden. Ook Valcke (2019) onderstreept het belang van denkstimulerende leeractiviteiten die aansluiten bij hogere cognitieve processen (analyseren, evalueren, creëren).

Dergelijke opdrachten sluiten aan bij de ZDT van Vansteenkiste en Soenens (2017). Opgaven die autonomie, verbondenheid en competentie ondersteunen, versterken de intrinsieke motivatie, wat essentieel is voor diepgaand leren.

Echter, om leerlingen hierin te begeleiden, wordt een verantwoordelijkheid van de leraar verondersteld om scaffolding (Vygotsky, 1978) en differentiatie aan te bieden.

Binnen de Vlaamse ODSO (Departement Onderwijs & Vorming, 2023) worden denkvaardigheden zoals analyseren, redeneren en probleemoplossen expliciet benoemd als doelen voor wiskunde. De keuze voor denkstimulerende opgaven biedt dus een krachtige hefboom om die doelen te

realiseren. Het kunnen selecteren van doelgericht leermateriaal, aangepast aan de noden van de klas, zit ook vervat in de BCL (Vlaamse Regering, 2018).

Kortom, Liljedahls strategie biedt een sterk potentieel om leerlingen actiever te betrekken en diepgaander te laten nadenken, maar vereist tegelijk doordacht klasmanagement, differentiatie en zorgzaamheid in de uitvoering.

2.2 Strategie 2: Hoe we groepjes vormen in een denkklas

2.2.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In deze strategie wordt onderzocht hoe groepsvorming de cognitieve processen in een wiskundige leeromgeving beïnvloedt. Liljedahl wijk opnieuw af van gebruikelijke methoden. Hij stelt dat de indeling van leerlingen in groepen een grote impact heeft op hun betrokkenheid, samenwerking en uiteindelijk hun leerresultaten. Een strategische groepsvorming zorgt voor een dynamische leeromgeving waarin alle leerlingen de mogelijkheid hebben om te groeien.

Traditionele methoden voor groepsvorming, zoals zelfselectie, vaardigheidsgebaseerde groepering, willekeurige groepering en leerkrachtselectie, zijn vaak niet effectief. Zelfselectie kan resulteren in homogene groepen en het versterken van bestaande ongelijkheden; groepering die gebaseerd is op vaardigheden kan het zelfbeeld van leerlingen in “lagere” groepen negatief beïnvloeden en de leerlingen in “hogere” groepen niet voldoende uitdagen; leerkrachtselectie, gebaseerd op waargenomen gedrag of persoonlijke voorkeuren, kan leiden tot partijdigheid en negeert de individuele behoeften van leerlingen. Deze technieken vormen vaak hindernissen voor een efficiënte samenwerking en belemmeren de ontwikkeling van een denkklas.

Liljedahl pleit voor het toepassen van willekeurige groepsvorming, waarbij leerlingen zonder enige kennis van hun vaardigheden of sociale relaties in groepen worden ingedeeld. Dit principe vermindert de kans op ongelijkheden in status en vaardigheden, die leerlingen kunnen hinderen of juist overbelasten. De ideale groepsgrootte bestaat uit drie leerlingen. In tweetallen kan er een onevenwicht ontstaan, terwijl in groepen van vier of meer leerlingen de neiging bestaat dat sommigen minder actief deelnemen. Groepen van drie zorgen voor een balans tussen interactie en persoonlijke verantwoordelijkheden.

Om de willekeur te garanderen, is het aanbevolen om de groepen tijdens elke les opnieuw te organiseren, bij voorkeur binnen de eerste tien tot vijftien minuten van de les. Hierdoor ontstaat er een voortdurende dynamiek en worden vastgeroeste patronen voorkomen. Er zijn diverse technieken beschikbaar voor willekeurige groepering, zoals het toepassen van speelkaarten of digitale hulpmiddelen. Transparantie is hierbij cruciaal; leerlingen dienen vertrouwen te hebben in de eerlijkheid van de procedure.

De fysieke leeromgeving, vooral het werken op verticale oppervlakken, is eveneens van groot belang voor deze strategie. Door de groepen regelmatig van bord of locatie te laten wisselen, krijgen de leerlingen de kans om elkaars werk en ideeën te bekijken, wat het wederzijdse leren bevordert. In deze aanpak verschuift de rol van de leerkracht naar die van facilitator. De leerkracht zorgt voor een efficiënt groepeeringsmechanisme, bewaakt de deelname van alle leerlingen en observeert de interacties.

Door regelmatig willekeurige groepsvorming toe te passen, ontstaat er een leercultuur waarin diversiteit in denkstijlen wordt gewaardeerd en fouten worden beschouwd als een onderdeel van een gezamenlijk onderzoeksproces. Leerlingen ontwikkelen de vaardigheden om elkaar als gelijkwaardige gesprekspartners te zien, wat de sociale samenhang en psychologische veiligheid ten goede komt. Liljedahl legt de nadruk op het feit dat een succesvolle uitvoering van willekeur afhankelijk is van een soepele procedure en een consistente toepassing. Langdurige discussies of gemor ondermijnen het principe. De leerkracht dient zich ook te onthouden van aanpassingen aan de loting op basis van “vermoedelijke” groepswensen.

De inzichten uit deze tweede strategie bieden leerkrachten concrete handvatten voor het optimaliseren van groepsdynamieken.

2.2.2 Denken over strategie 2

Het doorbreken van sociale automatisering in de klas wordt pedagogisch breed ondersteund, maar vereist nuance en contextgevoeligheid.

Vanuit de sociaalpsychologie is er steun voor willekeurige groepsvorming. Tajfels sociale-identiteitstheorie (Tajfel & Turner, 1979) toont aan dat het groeperen van mensen op arbitraire gronden al tot samenwerking en cohesie kan leiden. Door de groepen willekeurig en transparant samen te stellen, wordt het risico op sociale labeling verkleind. Ook Hargreaves (2003) wijst op het belang van dynamische groepsvorming in professionele leergemeenschappen, waarbij lerenden steeds opnieuw elkaars perspectief leren kennen.

In de Vlaamse context sluit dit aan bij de nadruk op coöperatief leren als pedagogisch kernprincipe (De Corte, Verschaffel & Masui, 2004). Door regelmatig te wisselen van groepssamenstelling, leren leerlingen om met diversiteit om te gaan en hun communicatie- en samenwerkingsvaardigheden te versterken, competenties die ook expliciet benoemd worden in de sleutelcompetenties en eindtermen.

Toch vraagt deze strategie een doordachte implementatie. Zoals Valcke (2019) stelt, moeten groepsprocessen ondersteund worden door duidelijke rollen, heldere instructies en zorgzaam klassenmanagement. Willekeur kan zonder sturing leiden tot disbalans, waarbij sterkere leerlingen domineren of zwakkere sociaal geïsoleerd raken. Bovendien benadrukken Deci en Ryan (2000) dat sociale verbondenheid één van de drie fundamentele psychologische basisbehoeften is. Herhaaldelijk willekeurig splitsen van vertrouwde werkrelaties kan deze behoefte onder druk zetten.

Conform de BCL (Vlaamse Regering, 2018) vergt deze strategie pedagogische tact en aanpassingsvermogen. Ze biedt potentieel om sociale barrières te doorbreken en leerprocessen te democratiseren, maar mag geen dogmatisch doel op zich worden. Differentiatie, contextbewustzijn en zorg blijven essentieel.

2.3 Strategie 3: Waar leerlingen werken in een denkklas

2.3.1 Door de bril van Peter Liljedahl

Onder deze strategie onderzoekt Liljedahl hoe de fysieke leeromgeving het wiskundig denken beïnvloedt. Hij stelt dat niet alleen de inhoud en de samenstelling van de groep, maar ook de keuze van werkplekken en -oppervlakken een belangrijke rol spelen in de cognitieve betrokkenheid en het samenwerkingsproces. In dit hoofdstuk ontwikkelt hij een kader voor het opzetten van een denkklas, dat is gebaseerd op empirisch onderzoek en praktijkervaring.

Liljedahl start met de constatering dat traditionele klaslokalen, die zijn uitgerust met individuele tafels en vaak papieren werkbladen, niet geschikt zijn voor actieve en onderzoekende wiskundige activiteiten. Hij onderbouwt dit met onderzoeken die aantonen dat het zitten aan vaste tafels resulteert in passiviteit en beperkte interactie. Daarnaast belemmert horizontaal werken op papier de zichtbaarheid van denkstrategieën en verhindert het spontane peerfeedback.

Liljedahl adviseert als alternatief om te werken op verticale oppervlakken, zoals whiteboards of folies die aan de muur worden bevestigd (figuur 2.1). Hij noemt drie belangrijke voordelen:

- Zichtbaarheid van processen en strategieën: het werken op een bord stelt klasgenoten en leerkracht in staat om tussenstappen en redeneringen meteen te zien, wat helpt bij het geven van feedback en het bevorderen van gezamenlijk leren.
- Bevordering van een actief denkproces: staan vereist een betere houding, wat in verband is gebracht met een verbeterde stemming en verhoogde energie (Peper & Lin., 2012; Wilson & Peper, 2004).
- Een stimulerende leerhouding: het werken op een bordoppervlak bevordert een “productive struggle”: pogingen die tot niets leiden, worden letterlijk weggeveegd en aangepast, wat het zoeken naar alternatieven vergemakkelijkt.



Figuur 2.1: Voorbeeld van klasopstelling met beschrijfbaar wanden

Liljedahl benadrukt dat de combinatie van VNPO's met de groepjes per drie ideaal is: voor elke groep van drie leerlingen is één bordoppervlak optimaal inzetbaar. Drie leerlingen hebben genoeg ruimte om samen te werken zonder dat één leerling “onzichtbaar” wordt, terwijl elk lid de mogelijkheid heeft om het bord te gebruiken. De spreiding van groepen door het lokaal

stimuleert de uitwisseling van ideeën: studenten kunnen elkaars tussenbewerkingen waarnemen en daar later over nadenken.

Het werken aan VNPO's biedt een "open venster" op het denken. Niet alleen de leerkracht is in staat om bij te sturen, maar ook medeleerlingen treden op als peercoaches. Liljedahl legt uit dat hij tijdens zijn bezoek aan klaslokalen merkte dat leerlingen spontaan naar andere borden lopen om ideeën te vergelijken, waarna ze nieuwe perspectieven terugbrengen in hun eigen groep.

2.3.2 Denken over strategie 3

De achterliggende redenering bij de ruimtelijke herconfiguratie in deze strategie is dat fysiek actief leren leidt tot cognitieve activatie, verhoogde betrokkenheid en betere interactie. De strategie vertrekt dus vanuit een *embodied cognition*-benadering, die in recente onderwijspsychologie aan belang wint.

Volgens Beilock en Goldin-Meadow (2010) is er een sterke relatie tussen lichamelijke actie, ruimtegebruik en cognitief functioneren. Staand werken en visueel denken op verticale oppervlakken kunnen leerprocessen versterken, onder meer doordat leerlingen gemakkelijker overzicht bewaren, fouten sneller detecteren en peer-interactie spontaner verloopt. Ook Clark (2008) wijst op het belang van fysieke interactie met leerobjecten voor diepgaande kennisverwerving, zeker in STEM-vakken.

Binnen de Vlaamse context past deze strategie binnen de ODSO (Departement Onderwijs & Vorming, 2023), die leerlingen expliciet stimuleert tot exploratie, het visualiseren van oplossingsstrategieën, en het redeneren in interactie met anderen. Bovendien beantwoordt deze aanpak aan de BCL inzake het creëren van krachtige leeromgevingen die het leren van alle leerlingen ondersteunen (Vlaamse Regering, 2018).

Toch zijn er ook kritische kanttekeningen te maken. In termen van klasmanagement en inclusie kan staand werken op verticale oppervlakken voor sommige leerlingen fysiek of sociaal belastend zijn, bv. voor leerlingen met ASS, motorische problemen of faalangst (Van Hove et al., 2010). Ook moet men opletten voor het gevaar dat snelle en extraverte leerlingen ten onrechte worden gelijkgesteld met inzichtelijke leerlingen. Volgens Vermunt en Verloop (1999) hebben leerlingen met een meer reflectieve leerstijl nood aan momenten van afzondering en verwerking, wat deze werkvorm net kan bemoeilijken.

Concluderend biedt deze strategie veel potentieel om denken zichtbaar te maken en samenwerking te stimuleren, maar vereist ze differentiatie en contextgevoelige afstemming om inclusief en pedagogisch verantwoord ingezet te worden.

2.4 Strategie 4: Hoe we het meubilair opstellen in een denkklas

2.4.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In hoofdstuk 4 van het boek onderzoekt Peter Liljedahl de cruciale rol van de meubelopstelling in het creëren van een effectieve leeromgeving. Liljedahl stelt dat de manier waarop tafels, stoelen en andere objecten in het klaslokaal zijn geplaatst, een fundamentele factor is die de interacties tussen leerlingen, hun betrokkenheid bij het leren, en de algehele sfeer van de klas significant beïnvloedt. Hij beargumenteert dat een bewuste en doordachte herinrichting van de ruimte noodzakelijk is om een “denkklas” te realiseren.

De traditionele klaslokaalindeling is gekenmerkt door starre rijen van individuele bureaus gericht op de leerkracht. Deze opstelling, waarin de leerkracht centraal staat en leerlingen passief achter hun bureaus zitten, handhaaft een hiërarchische structuur die de autonomie van leerlingen beperkt. Bovendien beperken traditionele indelingen de interactie en maken ze het moeilijker voor leerlingen om samen te werken of ideeën uit te wisselen. Zelfs het plaatsen van bureaus in vaste groepen kan problematisch zijn, omdat deze groepen vaak statisch zijn en leiden tot vaste sociale structuren. Als alternatief pleit Liljedahl voor een flexibele en dynamische meubelopstelling (figuur 2.2), gebaseerd op verschillende kernprincipes:

- Mobiliteit is essentieel; meubels moeten gemakkelijk te verplaatsen en herschikken zijn om verschillende leeractiviteiten te ondersteunen.
- Flexibiliteit is eveneens cruciaal, waardoor de opstelling kan worden aangepast aan de behoeften van de leerlingen en de leerkracht, en zowel groepsactiviteiten als individueel werk kan faciliteren.
- Gelijkheid moet worden bevorderd door een opstelling die ervoor zorgt dat alle leerlingen een gelijke kans hebben om deel te nemen en te leren, zonder “voor” of “achter” in de klas en met goed zicht op de leerkracht en presentaties.



Figuur 2.2: Voorbeeld van een niet-frontale klasopstelling

De willekeurig gevormde groepen, zoals besproken in de tweede strategie als een fundamenteel principe in Liljedahls benadering, moeten worden weerspiegeld in de meubelopstelling, zodat dit het gemakkelijk maakt om groepen te wisselen. Daarnaast moet deze meubelopstelling het ook makkelijk maken om de VNPO's toegankelijk te maken voor alle leerlingen en groepen.

Deze flexibele indeling zorgt voor talrijke voordelen: verbeterde samenwerking, makkelijkere uitwisseling van ideeën, grotere betrokkenheid bij het leren, actieve stimulans tot participatie, bredere ontwikkeling van kritische denkvaardigheden, creativiteit en communicatieve vaardigheden, gedeelde verantwoordelijkheid voor het eigen leren en dat van de klasgenoten. Het biedt dus een positieve leeromgeving waarin alle leerlingen kunnen floreren.

2.4.2 Denken over strategie 4

Ook volgens Valcke (2019) is de fysieke leeromgeving een essentieel onderdeel van het didactisch ontwerp. Het flexibel inrichten van klasruimtes bevordert samenwerkend leren en ondersteunt differentiatie strategieën. Dit sluit nauw aan bij Vygotsky's (1978) concept van de zone van naaste ontwikkeling: klasopstellingen die interactie vergemakkelijken, verhogen de kans dat leerlingen elkaars leerproces versterken. Ook Dewey (1938) wees erop dat leren voortkomt uit ervaring en interactie in een dynamische omgeving. Door de frontaal opgestelde klassen te doorbreken, ontstaat er ruimte voor meer ervaringsgericht en reflectief leren.

Daarnaast biedt de typologie van Thornburg (2013) extra houvast. Hij onderscheidt leeromgevingen als het *campfire* (centrale instructie), de *watering hole* (coöperatief leren) en de *cave* (individuele reflectie). Liljedahls strategie ondersteunt vooral het tweede type, maar moet indien mogelijk ook ruimte laten voor de andere zones.

Vanuit motivatiepsychologisch oogpunt ondersteunt een beweeglijke klasinrichting de basisbehoeften van autonomie en verbondenheid (Vansteenkiste & Soenens, 2017). Toch zullen niet alle leerlingen even goed functioneren in een fysiek open en minder voorspelbare leeromgeving. Een gevoel van veiligheid en houvast moet gewaarborgd blijven, zeker bij jongeren met verhoogde kwetsbaarheid of faalangst (Van Hove et al., 2010).

De ODSO (Departement Onderwijs & Vorming, 2023) benadrukken actieve participatie, samenwerking en probleemoplossend denken. De fysieke leeromgeving vormt daarin een krachtige hefboom. Ook de BCL vragen om een bewuste inrichting van de klas als pedagogisch instrument (Vlaamse Regering, 2018). Mits gepaste infrastructuur, differentiatie en ondersteuning biedt Liljedahls visie dus een waardevolle bijdrage aan een inclusieve en motiverende leerpraktijk.

2.5 Strategie 5: Hoe we vragen beantwoorden in een denkklas

2.5.1 Door de bril van Peter Liljedahl

Liljedahl beschrijft in dit deel tekortkomingen in traditionele vraag-antwoordpatronen en biedt alternatieve, ondersteunende praktijken die het denken stimuleren.

Het direct geven van antwoorden en hints wordt aanzien als ineffectief. Het ontnemt de leerlingen de kans om zelf na te denken, belemmert hen in de ontwikkeling van probleemoplossende vaardigheden en creëert afhankelijkheid van de leerkracht. Dit leidt tot een passieve houding, verminderde betrokkenheid en angst om fouten te maken, waardoor het onmogelijk wordt om een denkklas te creëren.

Liljedahl geeft een andere aanpak die is gebaseerd op een aantal principes. Een cruciaal element is het vertragen van de reactie op vragen. Dit biedt leerlingen de tijd om zelf na te denken.

Vervolgens is het stimuleren van peer-to-peer communicatie essentieel. Leerlingen worden aangemoedigd om eerst met hun groep te overleggen voordat ze de leerkracht om hulp vragen. In plaats van antwoorden te geven, moeten leerkrachten denkstimulerende vragen stellen die leerlingen aanzetten tot het verduidelijken van hun begrip en het stimuleren van redeneren. Het aanmoedigen van de inbreng van leerlingen, ongeacht de correctheid van hun antwoorden, is eveneens van belang. Dit creëert een veilige leeromgeving waarin risico's mogen worden genomen. Het is belangrijk om te benadrukken dat wiskunde draait om het ontwikkelen van denkvaardigheden.

Liljedahl onderscheidt drie verschillende soorten leerlingvragen: nabijheidsvragen, stop-met-denken-vragen en blijf-denken-vragen. Elk type vraagt een aangepaste respons om zo de effectiviteit van het vraag-antwoordproces te vergroten.

Uiteindelijk leren leerlingen elkaar te zien als bronnen van hulp, interventies van de leerkracht worden doelgerichter en de cognitieve betrokkenheid van de leerlingen neemt toe.

Liljedahl is zich ervan bewust dat leerkrachten niet meteen deze technieken onder de knie hebben. Het zit in onze cultuur om vragen te beantwoorden, omdat we denken dat we op die manier leerlingen helpen. Het vergt dus oefening voor leerkrachten om zich deze nieuwe routines eigen te maken. Valkuilen, zoals te snel ingrijpen of onduidelijke verwachtingen, moeten worden vermeden.

2.5.2 Denken over strategie 5

Het onderwijsleergesprek als werkvorm sluit heel dicht aan bij de inhoud van deze strategie, maar Liljedahl gaat hierin nog een grote stap verder. Binnen het Vlaamse onderwijs is dit een waardevolle strategie, omdat het leerlingen uitdaagt tot metacognitie en zelfregulatie, vaardigheden die expliciet verankerd zijn in de sleutelcompetenties (Departement Onderwijs en Vorming, 2023). Door leerlingen niet meteen van een antwoord te voorzien, maar ze zelf het probleem verder te laten exploreren, wordt het leerproces verdiept. Dit sluit aan bij het werk van Vermunt (1996), die stelt dat kennisconstructie effectief is wanneer leerlingen worden aangezet tot reflectie en eigenaarschap.

Daarnaast sluit deze strategie aan bij de motivatietheorie van Deci en Ryan (2000), waarin autonomie en competentiebeleving als motoren van motivatie worden gezien. Door leerlingen niet te snel “uit hun denkproces te halen”, behoudt men het vertrouwen dat zij het zelf kunnen. Ook Vygotsky's concept van de ZNO (1978) is relevant: effectieve feedback gebeurt best nét buiten het huidige kunnen, met als doel zelfstandigheid te stimuleren.

Toch zijn er ook risico's verbonden aan deze benadering. Voor zwakkere of onzekere leerlingen kan een systematische weigering van directe hulp frustrerend werken of hun zelfvertrouwen ondermijnen. Zoals Valcke (2019) stelt, vraagt een constructivistische aanpak om evenwicht tussen ondersteuning en zelfstandigheid, waarbij differentiatie essentieel blijft. Bovendien kan een overmatig gebruik van vragen leiden tot cognitieve overbelasting bij leerlingen die nog niet over voldoende voorkennis beschikken (Sweller, 1988).

De BCL benadrukken het belang van responsief handelen, communicatievaardigheid en het adequaat inschatten van de noden van elke leerling (Vlaamse Regering, 2018).

2.6 Strategie 6: Wanneer, waar en hoe opgaven worden gegeven in een denkklas

2.6.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In deze strategie stelt Liljedahl dat de timing, de fysieke locatie en de wijze waarop taken worden aangeboden cruciaal zijn voor de cognitieve betrokkenheid, motivatie en het begrip bij leerlingen. Als alternatief voor de traditionele methoden wordt een meer doordachte aanpak voorgesteld.

Ten eerste moet de timing van de introductie van de taak strategisch zijn, bij voorkeur nadat leerlingen al betrokken zijn en voorkennis hebben opgebouwd. Liljedahl benadrukt het belang van het uitstellen van het geven van opgaven tot er eerst een voorkennisactivatie heeft plaatsgevonden en de relevantie van de taak is uitgelegd. Vervolgens dient de presentatie van opgaven bij voorkeur plaats te vinden op VNPO's, om actieve participatie te stimuleren. Dit maakt de denkprocessen zichtbaar en bevordert samenwerking. Daarnaast benadrukt Liljedahl het belang van contextualisering van de taak, waarbij de relevantie wordt uitgelegd en verbinding wordt gemaakt met de leerdoelen. Ten slotte zijn duidelijke en beknopte instructies essentieel om leerlingen in staat te stellen de taak effectief aan te pakken.

Liljedahl geeft praktische suggesties voor de implementatie van deze principes. Leerkrachten moeten aandacht besteden aan het moment van presentatie en ervoor zorgen dat het aansluit bij de leercurve van de leerlingen. Ze moeten VNPO's gebruiken om taken te presenteren en leerlingen aan te moedigen hun werk te delen. Ze moeten opgaven aan groepen uitdelen om samenwerking te stimuleren, de relevantie van de taak uitleggen en de taak verbinden met de leerdoelen en duidelijke en beknopte instructies geven.

Liljedahl benadrukt ook de instructiestijl en het taalgebruik. Helder, beknopt en formeel taalgebruik is essentieel, evenals eenduidige terminologie en actieve werkwoorden. Het beperken van optionele tekst en het aanbieden van visuele ondersteuning kunnen eveneens bijdragen aan een effectievere taakpresentatie. Differentiatie kan worden bereikt door variabiliteit in de moeilijkheidsgraad van de opgaven.

De psychologische implicaties zijn aanzienlijk: een goed getimed en helder gecommuniceerd begin creëert een gevoel van verbondenheid, en het werken op zichtbare werkplekken versterkt het vertrouwen.

2.6.2 Denken over strategie 6

In een thinking classroom worden opgaven pas vrijgegeven op het moment dat leerlingen effectief gaan werken, en bij voorkeur mondeling of visueel op het bord. Zo wordt de nieuwsgierigheid gestimuleerd, en vermijden leerkrachten dat leerlingen onmiddellijk in een individuele uitvoermodus schieten.

Deze aanpak sluit nauw aan bij het principe van epistemische nieuwsgierigheid, dat volgens Loewenstein (1994) een belangrijke voorspeller is van diepgaand leren. Wanneer leerlingen een kenniskloof ervaren op het juiste moment, verhoogt dit hun motivatie om actief op zoek te gaan naar betekenis. Ook Bruner (1961) stelde al dat het aanbieden van een stimulus op het juiste cognitieve moment, essentieel is voor betekenisvol leren.

Vanuit Vlaams perspectief ondersteunt deze strategie de sleutelcompetentie “leren leren” en “probleemoplossend denken” (Departement Onderwijs en Vorming, 2023). Bovendien wordt tegemoetgekomen aan de BCL inzake het creëren van een krachtige leeromgeving die actief leren

uitlokt (Vlaamse Regering, 2018). De strategie vereist echter een alertheid van de leerkracht om meteen het tempo en de cognitieve paraatheid van leerlingen in te schatten.

Een belangrijk voordeel van deze aanpak is dat leerlingen niet automatisch in een repetitieve, oplossingsgerichte modus terechtkomen, maar eerder in een gezamenlijke verkenning. Dit werd ook benadrukt door Slavin (1996) in zijn theorie rond coöperatief leren.

Toch zijn er enkele kanttekeningen: voor leerlingen met executieve functieproblemen, autisme of faalangst kan de onvoorspelbaarheid in tijd en vorm van opgaven stressvol zijn (Dawson & Guare, 2019). Differentiatie en transparante klasstructuur blijven dus cruciaal om elke leerling voldoende veiligheid en duidelijkheid te bieden.

De kracht van deze strategie ligt in het stimuleren van actieve betrokkenheid en het vermijden van oppervlakkig werkgedrag, maar vraagt tegelijk om doordachte begeleiding en contextbewuste toepassing.

2.7 Strategie 7: Hoe huiswerk eruitziet in een denkklas

2.7.1 Door de bril van Peter Liljedahl

Deze strategie onderzoekt de herdefiniëring van huiswerk binnen de context van een denkklas (Liljedahl, 2021). Liljedahl betoogt dat traditioneel huiswerk contraproductief kan zijn, omdat het vaak bestaat uit herhalingsoefeningen, individueel werk, een focus op antwoorden, ongelijkheid afhankelijk van de thuissituatie en een negatieve kijk op het vak wiskunde. In een denkklas daarentegen moet het huiswerk een verlengstuk zijn van het in de klas ontwikkelde denken, waar leerlingen actieve denkers zijn en samenwerken om problemen op te lossen en waarbij fouten worden gezien als essentiële leerstappen.

De huiswerkhoeveelheid moet minimaal zijn, met de nadruk op kwaliteit boven kwantiteit. De kernfilosofie van “denkwaardig” huiswerk is dat de opdrachten, net als in de klas, moeten uitnodigen tot ontdekking en het verkennen van meerdere oplossingsstrategieën. Dit geeft leerlingen de mogelijkheid om de autonomie in hun leerproces verder te ontwikkelen.

Liljedahl onderscheidt drie hoofdvormen van huiswerk: toepassingstaken, onderzoeksoopdrachten en reflectieve vragen. Deze variatie zorgt ervoor dat huiswerk zowel vaardigheidstraining als denkontwikkeling omvat. Hij adviseert huiswerk niet dagelijks te geven, maar in cycli met korte, gerichte opdrachten (maximaal 20-30 minuten). Dit voorkomt overbelasting en waarborgt dat elke huiswerkactiviteit doelgericht en met voldoende aandacht wordt benaderd.

Uit onderzoek is gebleken dat leerlingen een vastgeroeste gedachte hebben dat het huiswerk gemaakt moet worden voor de leraar en omdat het gecontroleerd en misschien beoordeeld zal worden. Dit is niet de intentie waarmee leerkrachten huiswerk opgeven. Deze discrepantie lost Liljedahl op door het woord huiswerk te hernoemen naar check-je-begrip-opgaven en het te positioneren als een mogelijkheid, meer dan een verplichting.

Kortom, het huiswerk in een denkklas moet niet langer een mechanische herhaling van routines zijn, maar een integraal onderdeel van een doorlopend en authentiek leerproces. Door check-je-begrip-opgaven te ontwerpen die uitnodigen tot verdieping, zelfstandigheid en het delen van ideeën, wordt huiswerk een verlengstuk van de klaspraktijk.

2.7.2 Denken over strategie 7

De visie op een formatief en vrijwillig huiswerkmodel sluit nauw aan bij de ZDT van Deci en Ryan (2000), waarin autonomie, competentie en verbondenheid centraal staan. Wanneer huiswerk ervaren wordt als zinvol en aansluitend bij de klaservaring, verhoogt de kans op vrijwillige inzet en dieper leren (Vansteenkiste et al., 2004). In die zin is Liljedahls benadering sterk motiverend, mits goed ingebed in het pedagogisch klimaat.

In de Vlaamse context sluit deze strategie aan bij sleutelcompetenties zoals “leren leren”, “zelf-regulering” en “kritisch denken” (Departement Onderwijs en Vorming, 2023). Ook BCL 2.2, waarin het ondersteunen van zelfstandigheid en verantwoordelijkheid centraal staat, vindt hier een concrete invulling (Vlaamse Regering, 2018).

Toch zijn er enkele bedenkingen. Een volledig vrijwillige aanpak kan ertoe leiden dat sommige leerlingen, met name zij die thuis minder ondersteund worden, structureel minder oefenkansen benutten. Zoals Drok et al. (2024) aantoonde, is het ontwikkelen van een leerstrategie iets wat bij adolescenten nog sterk gestuurd moet worden. Huiswerk zonder enige vorm van structuur of opvolging kan ongelijkheid net versterken, tenzij het gepaard gaat met begeleiding in reflectie en planning.

Daarnaast maakt Valcke (2019) terecht het punt dat formatieve evaluatie enkel waardevol is als de leraar effectief feedback geeft of reflectie op gang brengt. Vrijwillig huiswerk zonder opvolging verliest dus zijn kracht als het niet wordt ingebed in een breder leertraject. De leraar blijft verantwoordelijk om ook informele leeractiviteiten te kaderen, te waarderen en er betekenis aan te geven.

2.8 Strategie 8: Hoe we leerlingautonomie kweken in een denklas

2.8.1 Door de bril van Peter Liljedahl

Liljedahl argumenteert hier dat de ontwikkeling van autonome leerlingen, die zelfstandig kunnen denken, leren en problemen oplossen, essentieel is voor succes in wiskunde en daarbuiten.

Leerkrachtgericht onderwijs, met een sterke nadruk op procedures en externe motivatie, wordt gezien als een belemmering voor de ontwikkeling van leerlingautonomie. Dergelijke lespraktijken beperken keuzemogelijkheden, ontmoedigen risico's nemen en bevorderen afhankelijkheid van de leerkracht als primaire kennisbron. Deze omgeving creëert passieve leerlingen die weinig vertrouwen hebben in hun eigen denkvaardigheden.

Liljedahl stelt, als alternatief, autonomie centraal. Leerlingen moeten het gevoel hebben dat ze controle hebben over hun eigen leren, keuzes kunnen maken over opgaven en strategieën, en gemotiveerd worden door interesse en nieuwsgierigheid. Verbondenheid met klasgenoten en de leerkracht bevordert een veilige en ondersteunende leeromgeving.

Een middel om deze autonomie te realiseren, is het terugdringen van leerkrachtinterventies door gebruik te maken van een vraag-antwoordprincipe. De leerkracht wordt een leercoach die aanstuurt op interactie tussen de groepjes, zowel passief (kijken naar het werk van andere groepjes), als actief (praten met andere groepjes). Uit onderzoek bleek dat bij deze interacties een kennis-mobiliteit ontstond tussen de groepjes onderling. Dit maakt het werk voor de leraar uiteindelijk gemakkelijker, want in plaats van zelf de bron van kennis te zijn in de klas, wordt de kennis, die

al in het lokaal aanwezig is, in beweging gezet.

Liljedahl benadrukt dat een veilige en ondersteunende leeromgeving essentieel is, waarin fouten worden gezien als natuurlijke en waardevolle onderdelen van het leerproces. De leerkracht speelt een centrale rol door minimale interventies te bieden en het reflecteren op eigen werk te bevorderen. Het doelgericht mobiliseren van kennis door passieve dan wel actieve interactie tussen groepjes af te dwingen, zorgt voor activatie van de leerlingautonomie, meer zelfstandigheid en dieper nadenken.

2.8.2 Denken over strategie 8

Deze visie bij strategie 8 is sterk verwant aan de ZDT van Deci en Ryan (2000), waarin autonomie wordt beschouwd als een psychologische basisbehoefte, net zoals verbondenheid en competentie. Volgens Vansteenkiste et al. (2004) leidt het vervullen van deze behoefte tot verhoogde motivatie, diepgaand leren en duurzame zelfregulatie.

In een Vlaamse context is dit relevant voor sleutelcompetenties zoals “leren leren”, “kritisch denken” en “initiatief nemen” (Departement Onderwijs en Vorming, 2023).

Liljedahls aanpak sluit ook aan bij het sociaal-constructivisme (Vygotsky, 1978), waarin autonomie niet betekent dat leerlingen alles alleen doen, maar dat ze via interactie en ondersteuning opklimmen binnen hun ZNO. Een klasomgeving die gezamenlijke exploratie en keuzeruimte mogelijk maakt, vormt daarvoor een krachtig instrument.

Toch vraagt het stimuleren van autonomie een delicate balans. Onderzoek van Vermunt en Verloop (1999) toont dat het ontbreken van autonomieondersteuning kan leiden tot desoriëntatie bij minder vaardige leerlingen. Hier ligt een belangrijke rol voor de leraar als scaffolder, die een cognitief veilige context moet bieden waarin leerlingen het vertrouwen opbouwen om eigen keuzes te maken. Dit vergt didactische vaardigheden en reflectie op eigen leerinterventies, een aspect dat ook terugkomt in de BCSO (Vlaamse Regering, 2018).

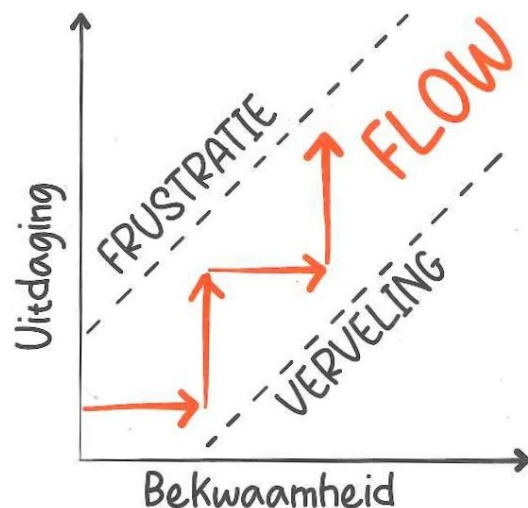
Een ander potentieel risico is dat autonomie, wanneer ze niet congruent wordt ondersteund, contraproductief werkt. Soenens et al. (2011) benadrukken dat autonomieondersteuning niet gelijkstaat aan laissez-faire. Duidelijkheid, structuur en beschikbaarheid van de leerkracht zijn noodzakelijke voorwaarden om autonomie als stimulerend en veilig te laten aanvoelen.

2.9 Strategie 9: Hoe we leerlingautonomie kweken in een denk-klas

2.9.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In dit hoofdstuk benadrukt Peter Liljedahl de cruciale rol van gerichte ondersteuning en uitbreidingsmogelijkheden binnen een effectieve wiskundelessituatie (Liljedahl, 2021). Het correct inzetten van hints en uitbreidingen is essentieel voor het bevorderen van een leeromgeving waarin leerlingen op een productieve manier worden ondersteund en tegelijkertijd de mogelijkheid krijgen om hun wiskundige denkvermogen verder te ontwikkelen, zonder hun autonomie te ondermijnen.

Het hoofdstuk focust in eerste instantie op uitbreidingen, die bedoeld zijn om een flow in stand te houden voor leerlingen die de basisopdracht snel beheersen. Flow is geen verzameling vaste punten, flow is een dynamische ruimte, die Liljedahl voorstelt in een grafiek (figuur 2.3).

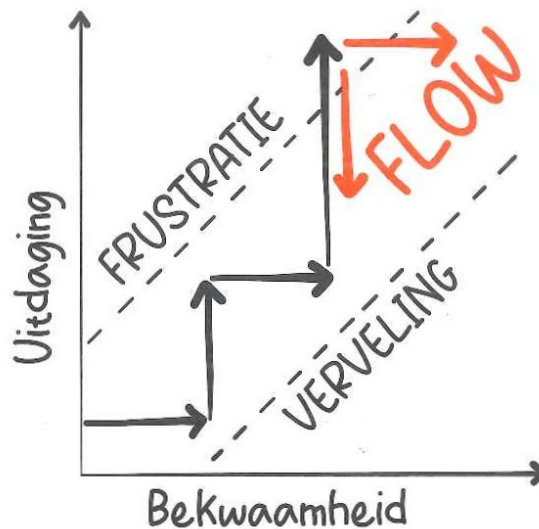


Figuur 2.3: Grafische weergave van de balans tussen uitdaging en bekwaamheid als dynamisch proces

Het aanbieden van uitbreidingen dient strategisch getimed te worden, zodat leerlingen in een flow blijven. Eens leerlingen in een flow zitten, dient er asynchroon te worden tewerkgegaan om zo voor elk groepje leerlingen de juiste timing aan te houden. Zoals de grafiek ook laat zien, mag de uitdaging niet te lang op zich laten wachten om niet in de frustratiezone te belanden en mag bij toenemende bekwaamheid een grotere uitdaging niet uitgesteld worden om niet in “verveling” te vervallen.

Vervolgens bespreekt Liljedahl het concept van hints, waarbij het vermijden van de frustratiezone centraal staat. In dit kader onderscheidt hij twee types hints: enerzijds hints die de cognitieve uitdaging van de opgave verlagen, en anderzijds hints die de competentie van de leerling versterken (figuur 2.4). Het onderscheid tussen beide vormen ligt in hun didactische draagwijdte. Hints die de uitdaging reduceren, zijn voornamelijk gericht op het voorkomen van stilstand in het leerproces op een specifiek moment. Ze helpen leerlingen tijdelijk verder, maar dragen zelden bij aan duurzame kennisverwerving. In tegenstelling hiermee zijn hints die gericht zijn op het verhogen van de bekwaamheid meer structureel van aard: zij ondersteunen het leerproces op een manier die ook bij latere, gelijkaardige opgaven relevant blijft. Deze laatste categorie is belangrijk in de opbouw van probleemoplossende vaardigheden en bevordert het zelfstandig denken van leerlingen op langere termijn.

Binnen deze strategie introduceert Liljedahl het concept van *thin slicing*-opgaven, met name in het kader van curriculaire leerdoelen. Deze zogenaamde “dungesneden” opgavenreeksen zijn zodanig ontworpen dat de uitdagendheid tussen opeenvolgende opgaven slechts minimaal toeneemt. Hierdoor ontstaat een graduele progressie in cognitieve belasting, wat bijdraagt aan het vermijden van frustratie bij leerlingen en tegelijkertijd de opbouw van procedurele kennis ondersteunt binnen één enkele les. Deze aanpak laat toe om via nauwkeurig opgebouwde reeksen leerlingen op een gestructureerde manier door het leerproces te loodsen, zonder hen te overweldigen.



Figuur 2.4: Grafische weergave van de twee types hints om vanuit de frustratiezone opnieuw in de flow te komen

Zoals bij elke vorm van differentiatie speelt de leerkracht hierin een sleutelrol. De leerkracht dient continu af te wegen of een bepaalde groep nood heeft aan een hint, een uitbreiding of eerder gebaat is bij een vervolgvraag op gelijkaardig uitdagingsniveau. Deze beslissingen vereisen zowel pedagogische als vakdidactische expertise. Bovendien is een grondige kennis van de onderliggende leerplandoelen essentieel, zodat de leraar in staat is om zelf kwalitatieve opgavenreeksen te ontwerpen die een logische opbouw in moeilijkheidsgraad vertonen, dan wel parallelle denkroutes verkennen.

Het uiteindelijke doel van het creëren van een denkklas is het vormen van leerlingen die betrokken zijn om zich actief in te laten met elke aangeboden opgave. Dit impliceert een fundamentele verschuiving in het didactisch denken: het is niet langer de bedoeling om opgaven te selecteren die op zichzelf de betrokkenheid van leerlingen stimuleren, maar wel om leerlingen zodanig te vormen dat ze vanuit zichzelf bereid zijn om elke opgave met een denkende attitude aan te pakken.

2.9.2 Denken over strategie 9

Liljedahl (2021) vergelijkt zelf deze strategie met het flow-concept van Csikszentmihalyi (1990), waarin optimale leerervaringen ontstaan wanneer er een evenwicht bestaat tussen de moeilijkheid van een taak en het competentieniveau van de leerling en dus op die manier een intense betrokkenheid wordt gegenereerd.

De kracht van deze strategie wordt theoretisch versterkt via Vygotsky's (1978) concept van de ZNO. Hints fungeren als scaffolds binnen die zone: ze helpen leerlingen om net datgene te doen wat ze alleen nog niet aankunnen. Wanneer deze ondersteuning tijdelijk en adaptief is, wordt de zelfstandigheid bevorderd. Dit raakt ook aan het zelfdeterminatietheoretisch perspectief van Deci en Ryan (2000), dat autonomie, competentie en verbondenheid als psychologische basisbehoeften definieert.

Autonomieondersteunende hints verhogen de intrinsieke motivatie, terwijl controlerende instructie (zoals directe antwoorden) net contraproductief werkt (Vansteenkiste & Soenens, 2025).

Ook vanuit cognitief-didactisch oogpunt zijn hints en uitbreidingen waardevol. Door uitbreidingsoefeningen op hogere niveaus van Blooms herziene taxonomie (Anderson & Krathwohl, 2001) aan te bieden, kunnen leraren sterke leerlingen verder uitdagen zonder hen los te koppelen van de klasdynamiek. Tegelijk kunnen hints zwakkere leerlingen helpen om zich van het onthouden en begrijpen langzaam op te werken naar toepassen en analyseren. Dit bevordert niet alleen differentiatie, maar ook metacognitieve groei. Tomlinson (2014) wijst erop dat effectieve differentiatie niet enkel inhoudelijk, maar ook procesmatig en op outputniveau moet gebeuren. Hints en uitbreidingen maken precies die variatie mogelijk, in functie van de leernoden van elk individu.

Binnen de Vlaamse onderwijsdoelen en leerplannen, zoals die voor de tweede en derde graad wiskunde, wordt expliciet gepleit voor het creëren van een krachtige leeromgeving waarin ondersteuning en verdieping op maat centraal staan (Departement Onderwijs en Vorming, 2023). Ook de BCL (Vlaamse Regering, 2018) onderstrepen het belang van doordacht klassenmanagement, diagnostisch handelen en het realiseren van een krachtige leeromgeving.

De implementatie van deze strategie vraagt dus om professionele deskundigheid. De leraar moet niet alleen de cognitieve en affectieve toestand van leerlingen accuraat inschatten, maar ook tijdig én proportioneel reageren met de juiste hint of uitbreiding. Slechte timing of te veel hulp kan leiden tot afhankelijk leergedrag of verveling. Daarentegen kan het ontbreken van ondersteuning bij complexe opgaven tot frustratie leiden.

2.10 Strategie 10: Hoe we een les consolideren in een denkklas

2.10.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In deze strategie van BTC, onderstreept Peter Liljedahl het cruciale belang van een systematische consolidatie aan het einde van een les, met als doel het integreren en verankeren van de opgedane kennis en vaardigheden (Liljedahl, 2021). Consolidatie, in de context van een denkklas, is meer dan een eenvoudige samenvatting; het is een dynamisch proces dat de individuele en collectieve inzichten samenbrengt, het denkproces expliciet maakt, en zo leerlingen helpt tot een samenhangend begrip.

In lespraktijken waarbij de leerkracht de meest complexe opgaven presenteert, schuilt het gevaar van het ontwikkelen van een cognitieve kloof en passieve participatie. In plaats daarvan pleit Liljedahl voor een aanpak waarbij de consolidatie begint met oplossingen die alle leerlingen hebben bereikt en geleidelijk complexere oplossingen worden besproken.

Een effectieve consolidatiestrategie die Liljedahl beschrijft, is de “begeleide galeriewandeling”, waarbij gebruikgemaakt wordt van het werk van de leerlingen zelf. Hierbij komt het werk niet naar de leerlingen toe, maar wandelen leerlingen letterlijk naar het werk dat wordt besproken. De galeriewandeling is geen willekeurige route, maar een gerichte begeleide wandeling door de verschillende niveaus van de flowreeks. Voorafgaand aan de consolidatie zorgt de leerkracht voor een zorgvuldige selectie en ordening van het leerlingenwerk door bepaalde leerlingnotities op de VNPO's aan te duiden en te nummeren, om zo een logische en progressieve discussie te faciliteren. Dit selecteren en op volgorde zetten zorgt ervoor dat de leerlingen tijdens de galeriewandeling meegevoerd worden door toenemend uitdagende opgaven in de flowreeks. De betrokkenheid van de leerlingen kan hierbij nog worden verhoogd wanneer de volgorde van de

VNPO's zo wordt gekozen dat leerlingen naar verschillende plekken van het lokaal moeten lopen, m.a.w. dat de galeriewandeling ook effectief een wandeling is.

Liljedahl pleit voor een consolidatie van onderaf, waarbij de niveaus van de opgave geleidelijk doorlopen worden en waarbij er meer tijd besteed wordt aan het eerste niveau en dan steeds minder tijd aan ieder volgend niveau, tot aan het hoogste niveau, dat nauwelijks aan de orde komt. Dit zorgt ervoor dat meer leerlingen de besprekingen langer kunnen volgen, aangezien de leraar aspecten bespreekt van de opgaven die meer leerlingen konden maken.

Bij de galeriewandeling is de actieve deelname van de leerlingen ook cruciaal. De leerkracht moedigt de leerlingen aan om elkaars oplossingen te ontcijferen. Anders dan wanneer het werk wordt uitgelegd door het groepje dat het zelf heeft gemaakt, is consolidatie met deze aanpak geen uitlegactiviteit, maar een denkactiviteit. Door het werk van een ander te ontcijferen, gaan de leerlingen actief over het werk nadenken in plaats van passief kennis te ontvangen.

In de consolidatiefase fungeert de leerkracht als moderator en verbinder, die de tijd bewaakt, zorgt dat alle leerlingen aan bod komen, observaties koppelt aan formele wiskundetaal en verbindingen legt met toekomstige leeractiviteiten. De nadruk ligt op ordening in plaats van verbreding, wat duurzaam begrip bevordert.

Kortom, het consolideren van een les in een denkklas is een systematisch proces dat gericht is op het samenbrengen, ordenen en verankeren van de opgedane inzichten en vaardigheden. Het stimuleert een kritische houding en draagt er toe bij dat leerlingen leren van hun eigen productieve “struggles”.

2.10.2 Denken over strategie 10

Deze strategie sluit nauw aan bij constructivistische principes, waarin leren wordt gezien als een proces van actieve betekenisconstructie (Bruner, 1966). Consolidatie is volgens Liljedahl meer dan een didactisch slotmoment: het is een kans om de cognitieve complexiteit van een les te behouden en het denken van leerlingen zichtbaar te maken. Liljedahl onderstreept zelf de parallellen met het werk van Smith en Stein (2018), die in hun *Mathematical Task Framework* het belang benadrukken van *cognitive demand* tijdens zowel de introductie als de reflectie van een les. Volgens hen kan de cognitieve rijkdom van een taak verloren gaan wanneer leraren de consolidatiefase reduceren tot oppervlakkige samenvattingen. Liljedahl gaat hierin zelfs een stap verder door expliciet te pleiten voor het doorbreken van die traditionele patronen, waarbij consolidatie een verlengstuk wordt van het denkproces, niet enkel een herhaling ervan.

Vanuit Vlaams perspectief is deze strategie sterk te verantwoorden binnen de ODSO. Daarin worden leerlingen expliciet geacht om wiskundige inzichten te verwoorden, te structureren en kritisch te bevragen (Departement Onderwijs en Vorming, 2023). Dit vereist consolidatiemomenten waarin leerlingen niet alleen cognitieve reflectie, maar ook metacognitie ontwikkelen. Het model van Vermunt (1998) ondersteunt dit, met de nadruk op zelfregulatie en strategisch leren als hefboom voor diepgaande kennisverwerving.

Motivatiepsychologisch sluit deze aanpak aan bij de ZDT van Deci en Ryan (2000). Consolidatie die leerlingen toelaat om inzichten te verwoorden en verbanden te leggen, versterkt de autonomie- en competentiebeleving. Vansteenkiste (2025) benadrukt daarbij het belang van een autonomie-ondersteunend leerklimaat waarin leerlingen zich betrokken en gehoord voelen. Tegelijkertijd vraagt deze aanpak om een hoog niveau van didactische deskundigheid. De leraar

moet in staat zijn om het spontane denkproces van leerlingen te detecteren, structureren en verbreden zonder het over te nemen. Valcke (2019) wijst er dan ook op dat dergelijke complexe interventies slechts effectief zijn wanneer leraren beschikken over een verfijnd begrip van leerpsychologische processen en inhoudelijke expertise.

Tot slot mag niet worden onderschat dat consolidatie, indien onvoldoende begeleid of vrijblijvend opgevat, kan leiden tot verwarring of het in stand houden van misconcepties. Daarom moet de leraar ook hier optreden als *cognitive coach*, zoals Smith en Stein (2018) het noemen, om ervoor te zorgen dat het denken van leerlingen verrijkt wordt en niet verzandt in herhaling of oppervlakkige conclusies.

2.11 Strategie 11: Hoe leerlingen aantekeningen maken in een denkklas

2.11.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In hoofdstuk 11 van zijn boek, onderzoekt Peter Liljedahl de gangbare praktijk van notities maken in wiskundelessen en daagt de traditionele benadering uit. Hij stelt dat notities, vaak gezien als een passief archief, ineffectief zijn in het stimuleren van diepgaand begrip en actief denken. De conventionele methoden waarbij leerlingen simpelweg kopiëren wat de leerkracht voorschrijft, leiden tot oppervlakkige kennis en “dode notities”.

Deze “dode notities” waarbij leerlingen informatie kopiëren zonder actieve verwerking, resulteren in een oppervlakkig begrip. De focus moet verschuiven van passieve registratie naar actieve consolidatie van kennis.

Liljedahl introduceert het concept van “aantekeningen maken voor hun vergeetachtige toekomstige zelf”. Deze aanpak moedigt leerlingen aan om bewust na te denken over wat ze later mogelijk vergeten en welke informatie nodig is voor begrip en toepassing. Leerlingen bepalen zelf wat relevant is, formuleren kernconcepten in eigen woorden en leggen relaties tussen ideeën. De timing van het notitieproces is cruciaal. Notities moeten volgen op actief probleemoplossen, discussies en het verfijnen van begrip, en niet eraan voorafgaan (Liljedahl, 2021). Notities worden zo een instrument voor reflectie en structureren van reeds gevormde kennis.

Om leerlingen te ondersteunen bij het construeren en structureren van hun aantekeningen, worden in het kader van BTC (Liljedahl, 2021) zogenoemde structuurbladen als hulpmiddel aangeleverd. Deze bladen bieden een visueel kader waarin leerlingen hun notities kunnen ordenen, wat bijdraagt aan de verwerking en internalisering van leerinhouden.

De opbouw van een structuurblad kan variëren in functie van het leerdoel, de complexiteit van de leerstof en de mate van sturing die de leerkracht wenst aan te bieden. Een mogelijke aanpak is om de bladen vooraf te voorzien van gelabelde vakken, waarbij elk vak een specifiek aspect van de leerstof vertegenwoordigt, zoals een voorbeeldopgave, een oplossingsstrategie of een samenvatting van kerninzichten. Door deze visuele en inhoudelijke afbakening krijgen leerlingen houvast in het selecteren en structureren van relevante informatie. Dit bevordert een diepere verwerking en stimuleert metacognitief denken. Op die manier vormen structuurbladen ook een tussenstap richting meer autonome notitievaardigheden, waarbij leerlingen gaandeweg leren om hun eigen organiserende principes te ontwikkelen en toe te passen.

Daarnaast is samenwerking belangrijk: leerlingen bespreken in groepen wat ze willen noteren en waarom, wat leidt tot rijkere inhoud en een beter gemeenschappelijk begrip.

Verder wordt ook gesteld dat notities geen statisch archief mogen zijn, maar een dynamisch instrument. Door notities te gebruiken bij een toetsvoorbereiding, het oplossen van problemen en het heroverwegen van concepten, worden ze integraal onderdeel van het leerproces en dragen ze bij aan duurzaam begrip.

De aangeboden methode maakt de notities persoonlijker en relevanter, wat zowel het begrip als de retentie van de leerstof verhoogt. Dit draagt eveneens bij aan een *thinking classroom*, waarin leerlingen leren denken en actief deelnemen aan hun leerproces.

2.11.2 Denken over strategie 11

Vanuit een onderwijskundig perspectief sluit deze aanpak aan bij de generatieve leerstrategieën van Mayer (2002), waarin aantekeningen worden beschouwd als een cognitief organiserende activiteit. Volgens Mayer leiden notities tot beter begrip wanneer leerlingen zelf actief selecteren, organiseren en integreren. Dit reflectieve karakter van aantekeningen sluit tevens aan bij het concept van “diep leren” zoals beschreven door Vermunt (1998), waarin het leren wordt gestuurd door interne motivatie en begripsvorming, eerder dan door externe verplichtingen.

Pedagogisch-psychologisch kan de strategie worden ingebed in de ZDT van Deci en Ryan (2000), die stelt dat leerlingen beter functioneren wanneer ze zich autonoom voelen in hun leerproces. Door notitiegedrag te laten voortkomen uit interne motivatie en niet uit opgelegde routines, verhoogt de autonomieperceptie, zoals Vansteenkiste & Soenens (2025) benadrukken. In de praktijk versterkt dit de verantwoordelijkheid van leerlingen over hun leerproces.

Vanuit het Vlaamse onderwijskader is er een duidelijke link met de sleutelcompetentie “leren leren”. De ODSO (Departement Onderwijs en Vorming, 2023) vragen expliciet dat leerlingen strategieën verwerven om informatie te verwerken, structureren en herhalen. Ze vragen dus om doelgericht notitiegedrag.

Tegelijkertijd is er een kanttekening nodig. Niet alle leerlingen beschikken spontaan over metacognitieve vaardigheden om te weten wanneer iets “noteerwaardig” is. Zonder ondersteuning kunnen zwakkere of minder strategische leerlingen leerinhouden missen of vergeten. Hier komt de rol van de leerkracht als scaffolder naar voren (Valcke, 2019).

2.12 Strategie 12: Wat we besluiten te beoordelen in een denklas

2.12.1 Door de bril van Peter Liljedahl

Een kritische heroverweging van evaluatiepraktijken in het wiskundeonderwijs staat centraal in deze strategie. Liljedahl argumenteert dat de traditionele nadruk op correcte antwoorden en reproduceerbare kennis, gemeten door middel van individuele summatieve toetsen, contra-productief is in een “thinking classroom” waar wiskundig redeneren, samenwerking, doorzettingsvermogen en risicobereidheid centraal staan. Dit hoofdstuk bepleit een verschuiving naar een meer formatieve en holistische benadering van evaluatie, die denkprocessen en leerattitudes waardeert.

Centraal in Liljedahls argumentatie staat het concept “beoordelen wat je waardevol vindt” (Liljedahl, 2021). Dit betekent dat leerkrachten duidelijk moeten maken welk gedrag ze belangrijk vinden en deze aspecten ook daadwerkelijk moeten evalueren. Dit verhoogt niet alleen de motivatie van leerlingen, maar leidt ook tot een diepere betrokkenheid bij het leerproces.

Dit betekent niet dat we stoppen met evalueren van curriculaire zaken van individuele leerlingen. Maar als we doorzettingsvermogen belangrijk vinden, dan moeten we ook een manier vinden om dat te evalueren. Als leerlingen eenmaal weten welk gedrag er van hen wordt verwacht en dat dit gedrag waardevol wordt gevonden, gaan ze het zelf ook waardevol vinden.

Om dit te realiseren, vertrekt Liljedahl van de rubricmethode om de competenties te evalueren die waardevol zijn. Uit onderzoek bleek dat de meerderheid van de leerlingen nog geen tien seconden keek naar de traditioneel gekende rubric (figuur 2.5), waarbij de criteria links worden opgelijst per rij, de niveaus bovenaan in 4 kolommen en de gedragsindicatoren in elk vak per rij en kolom in woorden zijn opgesteld.

	2	1,5	1	0,5
Opstellen functievoorschrift	Het functievoorschrift geeft duidelijk aan dat het gaat om een exponentiële functie en is volledig correct opgesteld. - De waarde van b is correct in het functievoorschrift. - De waarde van a in het voorschrift werd bepaald door het toepassen van een correcte redenering en/of berekening, bijgevolg is de waarde van a correct in het functievoorschrift.	Het functievoorschrift geeft duidelijk aan dat het gaat om een exponentiële functie en is volledig correct opgesteld. - De waarde van b is correct in het functievoorschrift. - De waarde van a is correct in het functievoorschrift, maar de redenering en/of berekening is niet of onvoldoende genoteerd.	Het functievoorschrift geeft duidelijk aan dat het gaat om een exponentiële functie, maar is niet volledig correct opgesteld. - De waarde van b is correct in het functievoorschrift. - De waarde van a in het voorschrift werd bepaald door het toepassen van een redenering en/of berekening, maar door een rekenfout is de waarde van a niet correct in het functievoorschrift.	Het functievoorschrift geeft duidelijk aan dat het gaat om een exponentiële functie, maar is volledig fout opgesteld. Zowel de waarde van a als b is fout.
Schetsen grafiek	2,5 - De grafiek is correct geschetst door het uitzetten van een aantal coördinaten, berekend met het opgestelde functievoorschrift. - Op de grafiek zijn volgende zaken correct aangeduid (3 van de 3) - Beginwaarde - Groefactor - Benoeming assen + functie	2 - De grafiek is correct geschetst door het uitzetten van een aantal coördinaten, berekend met het opgestelde functievoorschrift. - Op de grafiek zijn volgende zaken correct aangeduid (2 van de 3) - Beginwaarde - Groefactor - Benoeming assen + functie	1,5 - De grafiek is correct geschetst door het uitzetten van een aantal coördinaten, berekend met het opgestelde functievoorschrift. - Op de grafiek zijn volgende zaken correct aangeduid (1 van de 3) - Beginwaarde - Groefactor - Benoeming assen + functie	0,5 De grafiek toont een beeld van een exponentiële functie, maar is niet of niet volledig correct volgens het opgestelde functievoorschrift.
Functiewaarde berekenen	2 - De berekening voor het bepalen van het gevraagde, aan de hand van het opgestelde functievoorschrift, is volledig correct. De berekende functiewaarde is bijgevolg correct. - Aan de hand van bovenstaande berekening en de vraagstelling is er een correcte antwoordzin geformuleerd.	1,5 - De berekening voor het bepalen van het gevraagde, aan de hand van het opgestelde functievoorschrift, is volledig correct. De berekende functiewaarde is bijgevolg correct. - Er is geen of een foute antwoordzin geformuleerd.	1 - De berekening voor het bepalen van het gevraagde, aan de hand van het opgestelde functievoorschrift, is logisch opgebouwd, maar er is een fout in de berekening, waardoor de berekende functiewaarde niet correct is. - Aan de hand van bovenstaande berekening en de vraagstelling is er een antwoordzin geformuleerd, maar ondanks de foute berekening is de conclusie wel juist.	0,5 - De berekening voor het bepalen van het gevraagde, aan de hand van het opgestelde functievoorschrift, is logisch opgebouwd, maar er is een fout in de berekening, waardoor de berekende functiewaarde niet correct is. - Aan de hand van bovenstaande berekening en de vraagstelling is er een antwoordzin geformuleerd, maar door de foute berekening is de conclusie fout.
Exponentiële vergelijking algebraïsch oplossen	3,5 - De correcte methode voor het algebraïsch oplossen van de exponentiële vergelijking is toegepast. De correcte waarde van x werd bijgevolg gevonden. - Het antwoord is geformuleerd in een zin en hiervoor werden volgende aspecten behaald (2 van 2) - Er werd een correcte omzetting gedaan van het berekende decimaal getal naar een getal in jaren / maanden - De geformuleerde zin is correct opgesteld om een antwoord te geven op de vraag.	2,5 - De correcte methode voor het algebraïsch oplossen van de exponentiële vergelijking is toegepast. De correcte waarde van x werd bijgevolg gevonden. - Het antwoord is geformuleerd in een zin en hiervoor werden volgende aspecten behaald (1 of geen) - Er werd een correcte omzetting gedaan van het berekende decimaal getal naar een getal in jaren / maanden - De geformuleerde zin is correct opgesteld om een antwoord te geven op de vraag.	2 - De correcte methode voor het algebraïsch oplossen van de exponentiële vergelijking is toegepast, maar omwille van 1 klein rekenfoutje in de berekening, is de correcte waarde van x niet gevonden. - Het antwoord is geformuleerd in een zin en hiervoor werden volgende aspecten behaald (2 van 2) - Er werd een correcte omzetting gedaan van het berekende (weliswaar foutieve) decimaal getal naar een getal in jaren / maanden - De geformuleerde zin is correct opgesteld om een antwoord te geven op de vraag.	1 - De correcte methode voor het algebraïsch oplossen van de exponentiële vergelijking is toegepast, maar omwille van 1 klein rekenfoutje in de berekening, is de correcte waarde van x niet gevonden. - Het antwoord is geformuleerd in een zin en hiervoor werden volgende aspecten behaald (1 of geen) - Er werd een correcte omzetting gedaan van het berekende (weliswaar foutieve) decimaal getal naar een getal in jaren / maanden - De geformuleerde zin is correct opgesteld om een antwoord te geven op de vraag.

Figuur 2.5: Rubric opgemaakt als opdracht bij het vak “Krachtige leeromgevingen” in de Educatieve Masteropleiding

Hij ontwerpt bijgevolg een ander type rubric met vijf wezenlijke verschillen t.o.v. de bovenvermelde rubric:

1. Het is een observatierubric die door de leerkracht wordt gebruikt **terwijl** de leerlingen aan het nadenken zijn en niet als ze daarmee klaar zijn.
2. Het aantal kolommen wordt verminderd naar drie. Ons taalgebruik laat het niet toe om de gedragsindicatoren over zoveel verschillende kolommen in woorden over te brengen. Meestal is het gemakkelijk om in de eerste kolom te beschrijven wat goed is en in de laatste kolom uit te leggen wat niet goed is, maar de nuancering en hoeveelheid informatie verdeeld over de twee middenste kolommen, is voor de leerlingen niet duidelijk om bruikbaar te zijn.

-
3. De niveaus boven elke kolom worden vervangen door een pijl. Veel leerlingen blijken de niveaus in de oorspronkelijke rubric te zien als een vaststelling wie ze zijn in plaats van waar ze staan.
 4. De beschrijving van gedragsindicatoren in de middelste kolom wordt verwijderd. Wanneer de rubric als zelfevaluatie wordt ingezet, zien de leerlingen de rubric op deze manier niet langer als een verzameling afzonderlijke niveaus, maar eerder als een continuüm.
 5. Het aantal criteria die in de oorspronkelijke rubric wordt opgelijst in de linker kolom, wordt nu teruggeschroefd naar slechts één competentie. De indicatoren die erin zijn opgenomen zijn duidelijker en toegankelijker voor de leerlingen. Competenties, zoals samenwerken, doorzettingsvermogen, risico's durven nemen,..., worden dus nooit samen geëvalueerd. Hiervoor worden aparte rubrics ontworpen, afhankelijk welke competentie je als leerkracht wil beoordelen op dat moment.

Nog een belangrijk aspect voor succes van deze opzet, is dat de leerlingen worden betrokken in het opstellen van deze rubrics. Het cocreëren van rubrics leidt tot beschrijvingen en terminologie, die duidelijk zijn voor de leerlingen die betrokken waren bij het opstellen ervan.

Transparantie is cruciaal: als leerlingen eenmaal weten welk gedrag er van hen wordt verwacht en dat dit gedrag waardevol wordt gevonden, gaan ze het zelf ook waardevol vinden.

2.12.2 Denken over strategie 12

Deze benadering van een procesgerichte evaluatievorm is sterk verbonden met het werk van Black & Wiliam (1998), die aantoonde dat formatieve evaluatiepraktijken één van de krachtigste middelen zijn om leerwinst te boeken. Hun visie op *assessment for learning* sluit naadloos aan bij Liljedahls pleidooi voor het beoordelen van denkstrategieën, samenwerkingsvaardigheden, het vermogen om te redeneren en doorzettingsvermogen.

Binnen het Vlaamse onderwijskader wordt procesgerichte evaluatie expliciet aanbevolen. De ODSO bevatten aandacht voor leerhouding, probleemoplossend vermogen, samenwerking en metacognitie (Departement Onderwijs en Vorming, 2023). Deze zijn moeilijk te vatten met klassieke toetsmethodes, maar worden zichtbaar in de klasdynamiek zoals die in een denkklas ontstaat.

Pedagogisch-psychologisch sluit deze evaluatievisie aan bij de ZDT van Deci en Ryan (2000), waarin autonomie, competentie en verbondenheid als basisvoorwaarden voor motivatie worden gezien. Door leerlingen te beoordelen op hun leerproces en niet enkel op de “juiste oplossing”, voelen zij zich competent en erkend in hun inspanningen, zelfs wanneer de uitkomst nog niet correct is. Ook het betrekken van de leerlingen om de rubric op te stellen, verhoogt het gevoel van verbondenheid, wat leidt tot een sterke autonomie. Dit verlaagt eveneens faalangst en versterkt de *growth mindset*, een concept dat ook in Vlaamse context wordt gewaardeerd (Vansteenkiste, 2025).

Didactisch sluit dit aan bij constructivistisch evalueren zoals uitgewerkt door Dochy et al. (2006). Volgens hen moeten evaluatiepraktijken coherent zijn met het leerproces: wat we willen dat leerlingen leren, moet ook geëvalueerd worden op een manier die dit leren bevordert. Liljedahls focus op denken en redeneren als evaluatiecriteria is hiermee consistent.

Toch brengt deze evaluatiefilosofie ook uitdagingen met zich mee. Het beoordelen van processen vraagt om observatievaardigheden, tijd en beoordelingsrubrieken die subjectiviteit minimaliseren. Deze competenties zijn niet altijd vanzelfsprekend bij alle leerkrachten (Valcke, 2019). Daarnaast is het summatieve kader van Vlaamse scholen vaak strak en prestatiegericht, wat spanning creëert met de procesgerichte evaluatiedoelen van de denkklas. Er is nood aan een systeem dat beide benaderingen met elkaar kan verzoenen, bijvoorbeeld door hybride evaluatievormen met aandacht voor zowel eindprestaties als leerinspanningen.

Samenvattend kan gesteld worden dat strategie 12 innovatief inspeelt op moderne pedagogische en psychologische inzichten. Ze vraagt echter om een onderbouwde implementatie met aandacht voor validiteit, betrouwbaarheid en transparantie, zowel naar leerlingen als naar beleid en ouders.

2.13 Strategie 13: Hoe we formatief evalueren in een denkklas

2.13.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In deze strategie verkent Liljedahl de cruciale rol van formatieve evaluatie in een denkstimulerende leeromgeving. In tegenstelling tot summatieve evaluatie, die leerresultaten op een eindpunt vaststelt, dient formatieve evaluatie als een “navigatie-instrument” dat leerlingen helpt inzicht te krijgen in hun leerproces.

Traditioneel werd summatieve toetsing gedefinieerd als het verzamelen van informatie met het doel een onderbouwd cijfer toe te kennen. Deze vorm van evaluatie stond gedurende het grootste deel van de twintigste eeuw centraal binnen onderwijspraktijken. In de loop van de eenentwintigste eeuw is daar het formatief evalueren aan toegevoegd. Formatief evalueren wordt aldus vaak gepresenteerd als een noodzakelijke aanvulling op summatief toetsen, en als een stap richting meer leerlinggericht onderwijs.

Toch blijft er binnen deze meer progressieve benadering een belangrijk spanningsveld bestaan: de behoeften van leerlingen worden in de praktijk vaak nog genegeerd. Willen we leerlingen werkelijk positioneren als actieve partners in hun leerproces, dan vereist dit een evaluatiepraktijk die zowel leerkrachten als leerlingen helder informeert over waar de leerling staat in zijn of haar ontwikkeling, en welke vervolgstappen nodig zijn. Onderzoek toont aan dat wanneer leerlingen inzicht krijgen in hun huidige leerstand en hun leerdoelen, dit niet alleen leidt tot een grotere leerbetrokkenheid en zelfregulatie, maar ook tot een significante stijging van de prestaties op summatieve toetsen.

Een betekenisvolle invulling van formatief handelen vraagt dan ook om een fundamentele herwaardering van de rol van evaluatie: niet als afsluiting, maar als motor voor denken, leren en onderwijzen.

2.13.2 Denken over strategie 13

Formatieve evaluatie, zoals voorgesteld door Liljedahl (2021), vormt geen afzonderlijke fase in het leerproces, maar is er integraal mee verweven. Het doel is om leerlingen informatie te geven over hun leerproces en hen actief te betrekken bij hun eigen ontwikkeling. Liljedahl benadrukt dat effectieve formatieve evaluatie in een denkklas voortdurend en responsief gebeurt: het is een iteratief proces van observeren, vragen stellen, terugkoppelen en bijsturen.

Deze benadering is in lijn met het baanbrekende werk van Black en Wiliam (2009), die vijf kernstrategieën van formatieve evaluatie definiëren, waaronder het verduidelijken van leerdelen, het creëren van effectieve discussies, en het betrekken van leerlingen als mede-evaluatoren. Liljedahl operationaliseert deze principes door leerkrachten aan te moedigen om niet te focussen op correcte antwoorden, maar op denkprocessen, samenwerking en het vermogen om inzichten met elkaar te verbinden.

In de Vlaamse context sluit deze strategie sterk aan bij de uitgangspunten van kwaliteitsvol onderwijs zoals verwoord in het ZILL-leerplan (Katholiek Onderwijs Vlaanderen, 2018), waarin formatieve evaluatie expliciet wordt benoemd als didactisch principe in het kleuter- en basisonderwijs. Ook de BCSO (Vlaamse Regering, 2018) benadrukken dat een leerkracht in staat moet zijn om het leerproces op te volgen en aan te passen via systematische observatie en feedback.

Vanuit motivationeel oogpunt is het belangrijk om formatieve evaluatie in te zetten op een autonomie-ondersteunende manier. Volgens de ZDT (Deci & Ryan, 2000; Vansteenkiste, 2025) versterkt dit de intrinsieke motivatie van leerlingen. In de denkklas gebeurt dit door leerlingen verantwoordelijkheid te geven over hun leerproces: ze krijgen inzicht in wat ze nog moeten leren, in plaats van enkel een score achteraf.

Een bijkomend voordeel van deze aanpak is de mogelijkheid om differentiatie te realiseren. Door voortdurend informatie te verzamelen over waar leerlingen zich bevinden in het leerproces, kunnen leerkrachten hun instructie aanpassen en uitbreiden. Dit sluit aan bij het werk van Tomlinson (2017) rond *differentiated instruction*, waarin evaluatie een noodzakelijk onderdeel is van responsieve onderwijspraktijken.

Tegelijkertijd zijn er ook kritische bedenkingen. Formatieve evaluatie vereist van leerkrachten een hoge mate van diagnostisch vermogen, een groeigerichte mindset en vaardigheid in het geven van constructieve feedback. Dit vraagt om gerichte professionalisering en begeleiding. Bovendien is het risico reëel dat zonder duidelijke leerdoelen en succescriteria, feedback vaag blijft en leerlingen onvoldoende houvast biedt om hun leerproces effectief bij te sturen (Sadler, 1989).

Liljedahls visie op formatieve evaluatie is in de denkklas zowel theoretisch onderbouwd als pedagogisch wenselijk. Ze bevordert actief leren, motivatie en zelfregulatie, maar vereist ook doordachte implementatie en professionele ondersteuning om haar potentieel ten volle te benutten binnen de Vlaamse klaspraktijk.

2.14 Strategie 14: Hoe we beoordelingen geven in een denkklas

2.14.1 Door de bril van Peter Liljedahl

In deze laatste strategie, onderzoekt Peter Liljedahl de complexe verhouding tussen cijfergeving en het creëren van een *thinking classroom*. Liljedahl erkent de hardnekkigheid van cijfersystemen binnen het onderwijs, maar argumenteert dat traditionele beoordelingsmethoden vaak contraproductief zijn voor het stimuleren van diepgaand, wiskundig denken (Liljedahl, 2021).

Liljedahl bekritiseert de gangbare praktijk om overmatig veel waarde te hechten aan summatieve beoordelingen zoals toetsen en examens, en aan huiswerk dat vaak gekenmerkt wordt door reproductie in plaats van begrip. Dergelijke methoden stimuleren studenten om procedures te memoriseren en fouten te vermijden, in plaats van conceptueel begrip te ontwikkelen en veer-

krachtig om te gaan met uitdagingen.

In een *thinking classroom* daarentegen, staan samenwerking, experimenteren en leren van fouten centraal. Een beoordelingssysteem dat deze processen niet erkent, of zelfs bestraft, reduceert de effectiviteit van de onderwijspraktijken. De auteur benadrukt dat de manier waarop cijfers worden toegekend directe invloed heeft op het gedrag van zowel leerlingen als leerkrachten, en op de perceptie van wat werkelijk van belang is binnen het leerproces.

Om beoordeling meer in lijn te brengen met de principes van een *thinking classroom*, stelt Liljedahl een verschuiving voor van een cijfercultuur naar een feedbackcultuur. Hij pleit voor een bredere evaluatie die niet alleen het eindproduct beoordeelt, maar ook het denkproces, de betrokkenheid bij groepswerk, de bereidheid tot risico's en de groei in begrip. Dit vereist een gevarieerd portfolio van bewijsmateriaal, verzameld door observaties, notities, reflecties van studenten en gerichte formatieve assessments.

Deze "dataverzamelingsbenadering" stelt de leerkracht in staat kwalitatieve data te verzamelen over het leerproces en de denkprocessen van leerlingen.

Een cruciaal concept is het negeren van aanvankelijke onwetendheid en uitschieters, waarbij de negatieve impact van vroege fouten of een ongelukkig toeval wordt geminimaliseerd. Dit kan worden bereikt door herkansingen, het laten vallen van de laagste cijfers of het toekennen van meer gewicht aan latere prestaties die een dieper begrip reflecteren. Het uitstellen van cijfercommunicatie na een toets, om eerst feedback te laten landen, kan hier ook aan bijdragen. Het doel is leerlingen de kans te geven te leren en te groeien zonder dat initiële fouten hun eindcijfer onherroepelijk beïnvloeden, waardoor een groeimindset wordt bevorderd en de angst voor falen vermindert.

Samenvattend vereist beoordeling in een *thinking classroom* een evenwicht tussen de noodzaak van cijfers en het bevorderen van diepgaand leren. Het beoordelingssysteem moet het denkproces waarderen, studenten de kans geven te leren van fouten en de druk van perfectie verminderen. Door beoordelingspraktijken te herontwerpen, kunnen leerkrachten een omgeving creëren waarin cijfers werkelijk begrip en groei weerspiegelen, in plaats van een belemmering te vormen voor het ontwikkelen van authentieke wiskundige denkers.

2.14.2 Denken over strategie 14

De visie uit deze strategie sluit aan bij hedendaagse inzichten uit de evaluatietheorie. Gijbels et al. (2005) wijzen erop dat klassieke summatieve evaluatie vaak onvoldoende zicht biedt op complexe competenties zoals denken, redeneren en samenwerken.

Vanuit het oogpunt van *constructive alignment* (Biggs & Tang, 2011) is het essentieel dat beoordelingspraktijken in overeenstemming zijn met het beoogde leerproces. In een denkklas wordt leren gedefinieerd als een actief, interactief en cumulatief proces, beoordelingspraktijken moeten dat dus weerspiegelen.

Een beoordeling die vertrekt van *assessment for learning* (Wiliam, 2011) integreert dan ook aspecten als zelfreflectie, peer-evaluatie en feedbackcycli. Dit wordt in Vlaanderen ondersteund door het leerplanconcept ZILL uit het basisonderwijs (2018), dat onderstreept dat beoordeling ontwikkelingsgericht en competentiegericht moet zijn, met ruimte voor observaties, gesprekken en portfolio's.

Vanuit motivationeel perspectief benadrukt Vansteenkiste & Soenens (2025) dat beoordelingen die enkel gebaseerd zijn op punten of rangordes vaak prestatiedoelen activeren, wat faalangst en oppervlakkig leren in de hand werkt. Liljedahl probeert dit te ondervangen door leerlingen te laten begrijpen dat beoordeling een reflectie is van hun denkontwikkeling, niet van een momentopname. Dit kan de basisbehoeften aan competentie, autonomie en verbondenheid ondersteunen, mits dit proces transparant en objectief gebeurt.

Toch zijn er ook kanttekeningen. In de Vlaamse onderwijspraktijk bestaat een sterke cultuur van puntengerichte evaluatie, mede ingegeven door rapportageverplichtingen en externe verantwoording (Inspectie van Onderwijs, 2025). Leerkrachten ervaren vaak druk om “objectief meetbare” resultaten te genereren. Hoewel Liljedahls visie op beoordeling ook kan afgestemd worden binnen het referentiekader voor onderwijskwaliteit (2018), kan dit botsen met structurele verwachtingen van het onderwijssysteem. Bovendien vereist dit beoordelingsmodel een hoge mate van professionalisering: leraren moeten vaardig zijn in diagnostisch redeneren, rubrieken ontwerpen en kwalitatieve evidentie interpreteren.

Concluderend sluit Liljedahls benadering van beoordeling aan bij hedendaags onderwijsdenken waarin diep leren, motivatie en ontwikkeling centraal staan. Tegelijkertijd vereist de succesvolle implementatie binnen de Vlaamse context een duidelijke beleidsvisie, aangepaste rapportage-instrumenten en professionele ondersteuning voor leerkrachten.

Hoofdstuk 3

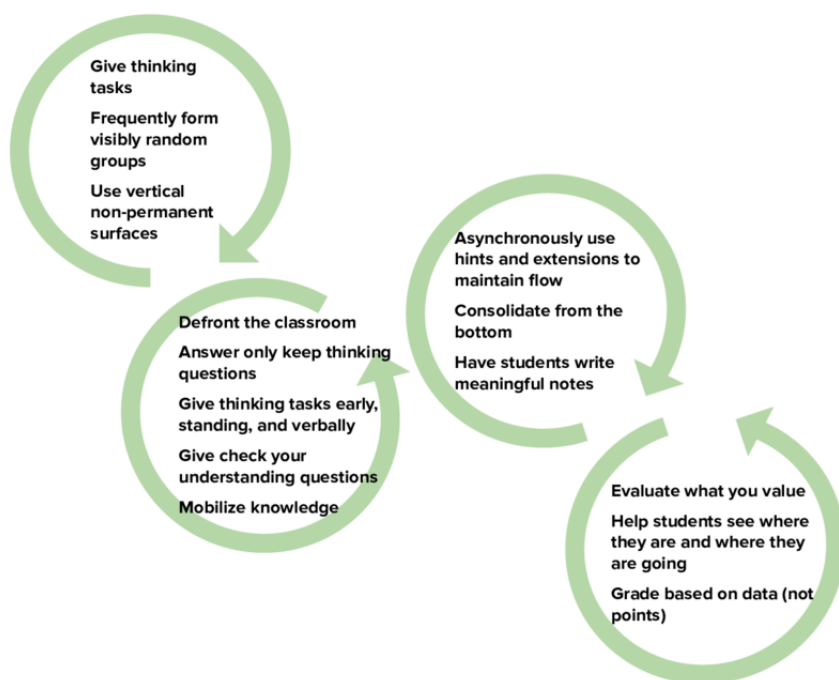
Implementatie in de lespraktijk

Resultaten en discussie

De 14 strategieën om tot een denkklas te komen, kunnen overweldigend aanvoelen en daar was Peter Liljedahl zich terdege van bewust.

In het laatste hoofdstuk van zijn boek zet hij zich dan ook in om het geheel behapbaar te maken. Opnieuw heeft hij een grootschalig onderzoek opgezet om na te gaan in welke mate en in welke combinatie en volgorde de 14 strategieën konden worden ingevoerd om de ontwikkeling van een denkklas optimaal te laten verlopen.

Dit resulteerde in een raamwerk van vier opeenvolgende toolkits (figuur 3.1), waarbij elke toolkit de strategieën groepeerde die onlosmakelijk aan elkaar verbonden zijn en op één of andere manier elkaar ook beïnvloeden. Deze toolkits zorgen er ook voor dat je als leerkracht het ontwikkelen van een denkklas geleidelijk kan doorvoeren, zolang je je maar aan het principe van het raamwerk houdt.



Figuur 3.1: Raamwerk voor het ontwikkelen van denkklassen

De luxe van een geleidelijke opbouw naar een denkklas had ik helaas niet omwille van enkele beperkingen die zich reeds in de eerste toolkit stelden (zie infra). Aangezien de daaropvolgende toolkits pas konden doorgevoerd worden als de voorwaarden voor de eerste toolkit waren vervuld, moest ik dus alle toolkits onmiddellijk in zijn geheel invoeren in de desbetreffende onderzoeksles. Het voelde als wat voor de leeuwen gegooid te worden, maar ik was er van overtuigd dat, mits een goede en grondige voorbereiding, dit wel moest lukken. De lesvoorbereiding heeft tijd en energie gevraagd, want hoe meer ideeën ik invoerde, hoe meer er ook werden geschraapt en hoe meer nieuwe ideeën er naar boven kwamen. Wat vooreerst een losse opsomming leek van ideeën en inzichten, werd uiteindelijk een klaar beeld van waar ik heen wilde en resulteerde in een gestructureerde les.

Hierna volgt een bespreking per toolkit en per strategie over de volledige uitwerking van de les, gaande van de voorbereiding over de concrete invulling en de observaties tijdens de les tot de didactische reflectie en eventuele beleidsmatige implicaties.

Ik heb de les tweemaal gegeven (parallel), de eerste keer voor de leerlingen uit het derde jaar humane wetenschappen, de tweede keer voor de leerlingen van het derde jaar natuurwetenschappen, Latijn en economische wetenschappen (4u wiskunde per week). Voor de concrete lesvoorbereiding wordt verwezen naar bijlage 1.

3.1 Toolkit 1

Deze toolkit wordt gezien als de opstart van een denkklas binnen het volledige raamwerk en bevat de eerste drie strategieën:

- Denkstimulerende opgaven aanbieden
- Zichtbaar willekeurige groepen vormen
- Verticale niet-permanente oppervlakken gebruiken

Uit onderzoek bleek dat deze drie strategieën gelijktijdig moesten worden ingevoerd om deze opstart te laten werken. Om tot een denkklas te komen, moet het systeem veranderen en deze toolkit is ingrijpend genoeg om te zorgen dat het systeem zich er niet tegen kan verzetten en zo bijdraagt aan de verandering in het gedrag en het denken van de leerlingen (Liljedahl, 2021).

3.1.1 Denkstimulerende opgaven aanbieden (strategie 1)

Vorbereiding

Het selecteren en vormgeven van geschikte opgaven vergde een langdurig en afgewogen proces. In de beginfase van dit onderzoeksproject was nog onduidelijk in welk onderdeel van het leerplan de principes van BTC het best konden worden geïntegreerd.

Hoewel Liljedahl in zijn boek tal van voorbeeldopgaven aanreikt, blijkt de opbouw en moeilijkheidsgraad ervan sterk te variëren. Sommige opgaven zijn doelbewust uitdagend en ontworpen om een cognitief denkproces op te wekken, terwijl andere volgens het principe van *thin slicing* zorgvuldig gestructureerd zijn om een geleidelijke opbouw in complexiteit te voorzien. Dit laatste principe is van groot belang om te vermijden dat leerlingen vervallen in frustratie wanneer de uitdaging te groot is, of in verveling wanneer de uitdaging te lang op zich laat wachten. Opmerkelijk is dat de bespreking van denkstimulerende opgaven in het werk van Liljedahl verspreid

is over drie verschillende strategieën: strategie 1 (het inzetten van denkstimulerende opgaven), strategie 6 (de wijze van aanbieden van opgaven) en strategie 9 (het geven van hints en uitbreidingen). Om deze strategieën effectief te implementeren, is het noodzakelijk om ze niet los van elkaar te beschouwen.

Ongeacht het type opgave dat wordt gekozen, vereist de didactische voorbereiding een helder inzicht in het beoogde cognitieve niveau van de leerlingen. De herziene taxonomie van Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) biedt hierbij een waardevol kader om de cognitieve complexiteit van opgaven af te stemmen op het ontwikkelingsniveau van de doelgroep.

Aanvankelijk bestond de intentie om BTC te implementeren in een les *Problem Solving*. Deze keuze leek logisch, aangezien beide concepten sterke raakvlakken vertonen. Toch werd ik me bewust dat dit een risico kon inhouden: de leerlingen waren noch vertrouwd met BTC, noch met het concept *Problem Solving*. Hierdoor dreigde de effectiviteit van het onderwijsexperiment moeilijk evalueerbaar te worden. Daarnaast was het risico reëel dat de principes van BTC als vanzelfsprekend zouden aanvoelen binnen een *Problem Solving*-context, waardoor hun impact moeilijk afzonderlijk te onderscheiden viel. Daarom werd uiteindelijk besloten om BTC toe te passen in een eerder “klassiek” leerplandoel uit de basisvorming, meer bepaald het onderwerp “eerstegraadsongelijkheden in één onbekende”.

De keuze voor dit onderwerp werd ook beïnvloed door pragmatische factoren. De onderzoeksles vond plaats in de maand mei, een periode waarin het duidelijk werd dat er nog te veel leerstof moest worden verwerkt in veel te weinig tijd. Bovendien was recent gebleken dat de leerlingen eerder zwak presteerden op een test over het verwante onderwerp “eerstegraadsvergelijkingen”. Om die reden werd besloten de basis te hernemen en in te zetten op opgaven die de leerlingen actief laten denken op procedurele kennis en die dus inhoudelijk niet behoren tot het hoogste niveau van cognitieve complexiteit. In deze context werd gekozen voor *thin slicing*-opgaven: een reeks gradueel opgebouwde oefeningen, die leerlingen in staat stellen zich van een basisniveau over een gemiddeld tot gevorderd niveau te ontwikkelen, afhankelijk van hun eigen tempo en vorderingen.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Voor de concrete invulling van deze strategie en de daarbijhorende observatie verwijs ik graag verder naar de uitdieping van strategie 6 en strategie 9 (zie *infra*). Deze eerste strategie lijkt me meer bedoeld als inleiding, een evidentie dat er in BTC moet ingezet worden in het geven van denkopgaven. Echte handvatten om deze denkopgaven praktisch in te zetten, komen in feite maar aan bod bij de andere twee strategieën en dus verder in de ontwikkeling van het raamwerk.

Didactische reflectie

De implementatie van denkstimulerende opgaven vereist een fundamentele verschuiving in de lesvoorbereiding: de focus ligt niet langer primair op instructie en correctie, maar op het ontwerpen van situaties die denken uitlokken. Dit impliceert een grotere voorbereidingstijd voor de leerkracht.

3.1.2 Zichtbaar willekeurige groepen vormen (strategie 2)

Voorbereiding

De toepassing van deze strategie bracht vanaf het begin van dit onderzoeksproject de nodige bezorgdheden met zich mee. Aan het begin van het schooljaar kreeg ik een duidelijk beeld van mijn klasgroepen. Mijn initiële voorkeur voor het uittesten van strategieën uit BTC ging uit naar een klas uit het vierde jaar secundair onderwijs. In deze klas, een samengestelde groep van leerlingen uit de studierichtingen Latijn en Natuurwetenschappen met een pakket van vijf uur wiskunde per week, vermoedde ik meer mogelijkheden tot het gebruik van uitdagende wiskundeopgaven, in vergelijking met de twee derdejaarsklassen in mijn opdracht. Hierdoor verwachtte ik dat deze klas een rijkere leeromgeving zou bieden om de impact van BTC te observeren.

Echter, de school biedt ook plaats aan leerlingen met een verslag type 9 (OV4), die inclusief onderwijs volgen in het vierde jaar voor het vak wiskunde. Deze leerlingen, vaak met een autismespectrumstoornis (ASS), werden eveneens ingedeeld in deze klasgroep. Gezien hun specifieke onderwijsbehoeften, achtte ik het gebruik van zichtbaar willekeurige groepsvorming, een kernstrategie binnen BTC, minder geschikt. Hoewel ik van mening ben dat ook deze klasgroep baat kan hebben bij deze innovatieve lespraktijk, zou een degelijke implementatie en analyse de reikwijdte van deze masterproef overschrijden.

Deze overwegingen hebben ertoe geleid dat ik, vrij vroeg in het schooljaar, besloot om de onderzoeksles te organiseren in het derde jaar. Uiteraard kende ook deze klasgroepen hun eigen dynamieken, zoals hechte vriendengroepjes, pestproblematieken in het verleden of uiteenlopende persoonlijkheden. Dergelijke aspecten zijn echter eigen aan elke klas en kunnen net waardevolle observaties opleveren in het kader van dit onderzoek.

Vooraf had ik besloten om de willekeurige groepjes te vormen door middel van speelkaarten (figuur 3.2). Dit is een heel toegankelijk hulpmiddel en een kaart is vlug uitgedeeld of getrokken.



Figuur 3.2: Vooraf geselecteerde speelkaarten om willekeurige groepjes te vormen

Beide derdejaarsklassen bestaan uit 17 leerlingen. Om te vermijden dat er groepjes ontstaan van meer dan drie leerlingen of dat iemand geen partner heeft, werd ervoor gekozen de speelkaarten vooraf zorgvuldig te selecteren. Het uitgangspunt is om groepjes van drie leerlingen te vormen, maar afhankelijk van het totaal aantal leerlingen is dit uiteraard niet altijd mogelijk. Door het sorteren van de kaarten vooraf, kan je er als leerkracht voor zorgen dat die groepjes correct worden gevormd met drie leerlingen, indien nodig per twee. Uit een kaartspel van 52 kaarten heb ik hier dus 17 kaarten geselecteerd, waarbij drie soorten van de kaarten één tot en met vijf in het spel bleven en twee soorten voor de kaart zes. Op de dag van de les werd bij het begin gecontroleerd of er leerlingen afwezig waren. Indien nodig kunnen extra kaarten worden verwij-

derd om tot een evenwichtige groepsverdeling te komen. De kaartnummers stemden overeen met de genummerde verticale werkoppervlakken in de klas. Leerlingen met gelijke kaarten vormden samen een groep. De willekeurige toewijzing gebeurde zichtbaar via het trekken van een kaart uit het spel.

Concrete invulling

Op basis van mijn literatuurstudie rond BTC vermoedde ik dat de zichtbare willekeurige groepsvorming in eerste instantie tot weerstand zou kunnen leiden. Daarom besloot ik om deze werkwijze niet voor het eerst te introduceren tijdens de proefles, maar ze reeds eerder in het schooljaar geregeld toe te passen. Bij verschillende gelegenheden werden de klasgroepen willekeurig samengesteld met behulp van speelkaarten, zowel bij groepswork als bij de verdeling van klasplaatsen. Zo raakten de leerlingen vertrouwd met het idee dat de groepsindeling niet door henzelf werd bepaald, maar aan het toeval werd overgelaten. Deze keuze bleek in de praktijk effectief: tijdens de proefles verliep de groepsvorming vlot en zonder discussie, en vonden de leerlingen snel hun groepsleden.

Hoewel BTC aanbeveelt om de groepsvorming, en dus het trekken van een kaart, reeds bij het betreden van het klaslokaal te laten plaatsvinden, besloot ik dit moment bewust uit te stellen. Het toekennen van de kaarten vooraf zou er immers toe geleid hebben dat leerlingen zich reeds vóór de instructie naar hun groepsleden zouden richten, wat de aandacht voor de klasinstructie had kunnen ondermijnen.

Daarom werd eerst mondeling een korte denkoefening gegeven aan het bord, waarin de voorkennis werd geactiveerd. De verwachtingen aan de verticale werkoppervlakken werden hierbij eveneens verduidelijkt. Pas nadien ontvingen de leerlingen hun kaart. Doordat zij zich op dat moment rond de leerkracht bevonden, verliep het vormen van de groepjes zeer vlot, en kon de les snel van start gaan. Deze werkwijze droeg bij aan een rustige en gestructureerde lesopstart.

Observaties tijdens de les

Tijdens de proeflessen concentreerden mijn eerste observaties zich niet op de samenstelling van de groepjes, aangezien de opstart zonder problemen verliep. Pas na enkele minuten merkte ik op dat enkele groepssamenstellingen niet vanzelfsprekend waren. Zo werden twee meisjes met een beladen pestverleden aan elkaar toegewezen. Dit conflict dateert van het vorige schooljaar en hoewel zij elkaar dit schooljaar grotendeels vermijden, komt het probleem soms nog eens boven drijven tijdens oudercontacten. Geïnspireerd door de aanbevelingen van Liljedahl koos ik ervoor om deze indeling te normaliseren en het groepje op dezelfde manier te benaderen als de andere. Tot mijn verbazing leek deze aanpak succesvol: beide leerlingen gingen zonder problemen samen aan de slag en in de daaropvolgende lessen viel me zelfs op dat zij vrijwillig naast elkaar gingen zitten.

Een ander opvallend groepje bestond uit twee zeer goede vrienden, tevens de meest speelse leerlingen van de klas. Aanvankelijk vroeg ik me af of zij kaarten onderling hadden geruild, maar dit bleek niet het geval te zijn. Het toeval had hen samengebracht. Gezien hun doorgaans positieve werkhouding tijdens wiskundelessen, beschouwde ik hun samenwerking niet meteen als problematisch, maar ik was me ervan bewust dat ik het wel in het oog moest houden. Er zijn tijdens de les geen problemen opgedoken; integendeel, hun dynamiek bleek versterkend te werken.

Didactische reflectie

De strategie van het vormen van zichtbaar willekeurige groepen vergt slechts een beperkte voorbereiding, maar levert aanzienlijke pedagogische voordelen op. De eenvoudige implementatie maakt frequente toepassing mogelijk, waardoor de positieve impact op de klasdynamiek structureel kan worden verankerd. De verdere uitwerking van de samenwerking binnen deze groepen en het waarborgen van hun effectiviteit wordt besproken in strategie 12 (zie infra).

3.1.3 Verticale niet-permanente oppervlakken gebruiken (strategie 3)

Vorbereiding

De implementatie van VNPO's in het kader van BTC vormde op organisatorisch vlak een aanzienlijke uitdaging. Wie voor het eerst kennismaat met BTC via online bronnen, merkt meteen dat deze strategie visueel prominent aanwezig is in het meeste beeldmateriaal. Bij nadere studie van BTC blijkt bovendien dat VNPO's, in combinatie met de twee vorige strategieën, de fundamentele kern vormen van een wiskundendidactiek die het denken van leerlingen centraal stelt. Deze drie strategieën vormen samen het didactisch fundament van een denklokaal.

Reeds aan het einde van het voorgaande schooljaar formuleerde ik de intentie om een leslokaal te vinden waarin ik gedurende het schooljaar op structurele wijze met VNPO's zou kunnen werken, in het kader van deze masterproef. Dit werd ook besproken met de schooldirectie. De fysieke realiteit van het schoolgebouw bleek echter een beperkende factor. De hoofdvesting waar ik lesgeef aan de derdejaars is een schoolgebouw uit de jaren 1930, waarvan de architectuur nog volledig beantwoordt aan klassieke opvattingen over onderwijsinfrastructuur. De klaslokalen zijn traditioneel ingericht met ramen aan één zijde die uitgeven op de buitenruimte en ramen aan de overzijde die zicht bieden op de gang (figuur 3.3). Daarnaast worden de lokalen doorgaans gepersonaliseerd door leerkrachten via wandkasten, posters of ander didactisch materiaal aan de achterwand. Als gevolg hiervan is er in de meeste lokalen nauwelijks geschikte vrije muuroppervlakte beschikbaar voor het installeren van verticale werkzones.



Figuur 3.3: Traditioneel klaslokaal in een klassiek schoolgebouw

Op de tweede campus, waar ik lesgeef aan het vierde jaar, was de situatie gunstiger. Dit gebouw, oorspronkelijk ontworpen als kantoorgebouw, kent een meer open en moderne structuur. De lokalen zijn opgebouwd rond een centrale kern en beschikken over vaste muren, waardoor er wel voldoende verticale werkruimte beschikbaar is. Omwille van deze structurele voordelen

leek het aangewezen om de proefflessen op deze campus te laten doorgaan. Aangezien eerder al beslist was om het derde jaar als onderzoeksgroep te kiezen, en deze leerlingen echter geen les volgen op deze campus, stelde dit me voor een praktisch probleem.

Het vinden van een geschikt lokaal op het gewenste moment bleek bijzonder complex. De reguliere uurroosters lieten weinig ruimte en alle beschikbare lokalen waren op de geplande momenten bezet. Uiteindelijk bood zich in de maand mei een opportuniteit aan: een collega Nederlands organiseerde op dat moment een bibliotheekbezoek met haar klas, waardoor haar lokaal, toevallig een wiskundelokaal met ruime muuroppervlakken, beschikbaar kwam. Deze kans heb ik met beide handen gegrepen.

Vervolgens werd er werk gemaakt van de logistieke organisatie. De leerlingen moesten immers uitzonderlijk verplaatst worden van de hoofd- naar de nevenvestiging. In samenspraak met de leerlingadministratie werd deze verplaatsing centraal gecoördineerd, onder meer in functie van verzekeringstechnische overwegingen. Daarnaast bracht ik de leerkrachten op de hoogte die lesgaven aan de betrokken klassen voor en na mijn les. Hen werd gevraagd om, indien mogelijk, tien minuten van hun lestijd op te geven, zodat de verplaatsing kon plaatsvinden zonder de lestijd van mijn proefles te reduceren. De collegiale samenwerking binnen het schoolteam zorgde ervoor dat dit vlot verliep.

Een bijkomende uitdaging betrof het verzamelen van voldoende VNPO's. Omdat er zes groepjes gevormd zouden worden, had ik minstens zes verticale werkoppervlakken nodig. In eerste instantie onderzocht ik de beschikbaarheid van verrolbare whiteboards op de campus. Hoewel er enkele exemplaren aanwezig waren, zelfs ongebruikt in de gangen, bleken deze in de praktijk niet inzetbaar. Door hun vaste hoogte en omvang konden ze niet via de deurposten naar binnen worden gebracht. Pogingen tot demontage bleken te complex en tijdsintensief.

Daarom werd er gezocht naar alternatieve oplossingen. Uiteindelijk werd gekozen voor whiteboardfolie, bestaande uit statisch hechtende vellen van 60 x 80 cm, die betaalbaar en flexibel inzetbaar zijn. Deze folie kent echter enkele beperkingen: ze is gevoelig aan verschuiving, vouwt zich gemakkelijk en de grens tussen schrijfoppervlak en achterliggende muur is weinig duidelijk. Om te vermijden dat er werd geschreven op de muur, werd de folie afgeboord met schilderstape. Dit had een dubbele functie: het verhinderde niet alleen verschuivingen, maar gaf ook visueel duidelijk aan waar de grenzen van het schrijfoppervlak zich bevonden (figuur 3.4)



Figuur 3.4: Aangebrachte whiteboardfolies in de eigen klas

Concrete invulling

Ik maakte 6 werkplekken, voldoende om 17 leerlingen te verdelen in groepjes van drie. Ik had 5 VNPO's gemaakt van 120 x 80 cm door 2 folies naast elkaar te hangen. Eén werkplek bestond uit een verrolbaar whiteboard dat ik net tot voor de deur had gekregen.

Aangezien het werken aan whiteboards nieuw was voor de leerlingen, had ik een aantal afspraken opgesteld. Deze heb ik mondeling overlopen, maar heb ik ook doorheen de gehele les geprojecteerd laten staan. Deze afspraken waren:

1. Elk team krijgt 1 stift. Zorg dat elk teamlid eens schrijft.
2. Noteer nooit je eigen ideeën, maar leg ze uit aan een teamlid, zodat deze jouw redenering kan noteren op het bord
3. Zorg dat je als groep tot een oplossing komt. Iedereen moet begrijpen wat er op het whiteboard wordt genoteerd, indien nodig, geef je aan elkaar extra uitleg.
4. Je mag ideeën uitwisselen tussen de groepjes onderling, maar probeer eerst met je eigen groep tot een oplossing te komen.
5. Wis niet zomaar redeneringen van je teamleden, omdat ze "fout" zijn. Enkel als iedereen het eens is, kan je eventueel wissen.
6. Als de leerkracht iets met groen omcirkelt, laat je dit staan.

Centraal in de klas legde ik voldoende zwarte stiften en een rol papier.

Observaties tijdens de les

Het effect van het werken op de VNPO's was onmiddellijk merkbaar. Leerlingen stonden bij elkaar en overlegden staand, met zicht op elkaars werk. Er werd vaak verwezen naar wat reeds op het bord stond ("Wacht, dat teken moet toch omgekeerd als je door een negatief getal deelt?"), wat wees op actieve verwerking. Leerlingen corrigeerden elkaar sneller en gebruikten het bord als een soort gedeeld werkgeheugen.

Wat mij als leerkracht opviel, was dat fouten geen blokkerende impact hadden. In plaats van frustratie, leidde een fout tot onmiddellijk overleg en herwerking. Dit is een sterk contrast met werken op papier, waar fouten vaak leiden tot doorstrepen, herschrijven of opgeven.

Een onverwacht voordeel was de zichtbaarheid voor mij als leerkracht: ik kon in één oogopslag inschatten waar elke groep stond in hun denkproces. Hierdoor kon ik vlugger beslissen bij welke groep ik eerst zou langsgaan, zodat ik hen via hints kon verderhelpen wanneer ze vastliepen (strategie 9, zie infra). Dit is niet het geval wanneer leerlingen zelfstandig oefeningen maken, aan hun bureau en op papier: leerlingen die vlot oefeningen maken of leerlingen die vastlopen, zie ik pas als ik over hun schouder meekijk met wat ze aan het doen zijn.

Het was moeilijker om de afspraken rond de whiteboards te bewaken tijdens de les. Zo merkte ik wel op dat verschillende leerlingen de stift eens in handen hadden, maar ik wist achteraf niet of deze wel voldoende werd doorgegeven. Zo is het mogelijk dat er leerlingen waren die lang hebben geschreven, terwijl de anderen toekeken. Het is onmogelijk om dit voor elk groepje na te gaan in één les (cfr. strategie 12, zie infra).

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Het werken op VNPO's is in mijn ogen een van de meest krachtige visuele strategieën binnen BTC. De fysieke opstelling verandert het leerklimaat radicaal: het denken wordt zichtbaar, samenwerking wordt dynamisch, en fouten worden minder gelinkt aan "falen".

Een aandachtspunt is echter dat niet elk lokaal geschikt is voor deze aanpak en dat er soms organisatorische belemmeringen zijn. Voorbereiding is dus cruciaal, maar kan zodanig ingewikkeld worden, zoals hier ook het geval was, dat dit een grote energieslorpande hindernis kan zijn. Ook moet de leerkracht erop toezien dat alle groepsleden effectief betrokken zijn aan het bord, want het gevaar bestaat dat één leerling het bordwerk doet terwijl de anderen passief toekijken. De leerkracht kan met een timer werken om zo het signaal te geven wanneer de stift moet worden doorgegeven. Of de leerkracht kan zelf steeds subtiel om de stift vragen, wanneer deze bij een groepje komt en bij vertrek, de stift geven aan de leerling die het verst van het bord staat. De uitwerking van strategie 12 (zie infra) kan ook hierbij een mogelijk antwoord bieden. In deze twee proefflessen heb ik helaas niet de kans gehad om dit verder uit te werken, maar bij verdere exploratie van BTC kan dit zeker worden meegenomen.

Het werken aan VNPO's zorgt ervoor dat het rendement op het vlak van betrokkenheid, denkactiviteit en zelfcorrectie groot is, maar aangezien ik zelf graag controle houd over situaties, zal ik ervoor moeten zorgen dat ik een comfortabele houding zoek in een meer "chaotische" klasomgeving.

Het voorgaande toont aan dat het implementeren van de strategie rond VNPO's niet louter een didactische, maar ook een logistieke en infrastructurelijke uitdaging vormt. Desalniettemin bleek de investering in tijd en organisatie essentieel om de principes van BTC op een kwalitatieve manier in de praktijk te brengen.

3.2 Toolkit 2

Waar het bij de eerste toolkit vooral om leerlinggedrag draaide, gaat het bij deze tweede toolkit vooral om de lespraktijk. Liljedahl plaatst de volgende vijf strategieën in deze toolkit:

- Het lokaal niet-frontaal inrichten
- Alleen blijf-denken-vragen beantwoorden
- Denkopgaven vroeg in de les, staand en mondeling geven
- Check-je-begrip-opgaven geven
- Kennis mobiliseren

Deze strategieën zijn in deze tweede toolkit heel effectief voor het finetunen van de denkklas. Ze leggen eveneens de basis voor de derde toolkit.

3.2.1 Het lokaal niet-frontaal inrichten (strategie 4)

Voorbereiding

Voor de betrokken les werden de leerlingenbanken zodanig herschikt dat ze per twee met de lange zijden tegen elkaar geplaatst werden, waardoor er vierkante werkplekken ontstonden. Deze werkplekken werden gespreid over de klasruimte, op voldoende afstand van de VNPO's, en met stoelen die in uiteenlopende richtingen georiënteerd waren.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Hoewel tijdens de les de banken en stoelen amper gebruikt zouden worden, bood hun heropstelling reeds bij aanvang van de les een visueel signaal dat er een verandering in de gebruikelijke lespraktijk zat aan te komen.

De leerlingen werkten in groepjes rechtstaand aan de VNPO's en bleven gedurende de les fysiek actief en gericht op hun eigen probleemruimte. De zitplaatsen werden pas na afloop van de actieve werkfase terug ingenomen voor de afrondende klassikale reflectie.

Een opvallende observatie was dat twee leerlingen in één groep eigenhandig stoelen bij hun VNPO hadden geplaatst om zittend te kunnen werken. Ik heb hen gevraagd opnieuw recht te staan. Daarbij werd uitgelegd dat een rechtopstaande houding bevorderlijk is voor het probleemoplossend vermogen en de interactie tussen groepsleden.

Hoewel de opstelling van stoelen en tafels in deze les op zich geen bepalende rol speelde, bleek het toch zinvol om wel na te denken over de ruimtelijke positionering van mezelf tijdens deze les. Het leraarsbureau, dat zich vooraan in het klaslokaal bevindt en verbonden is met vaste computeraansluitingen, kon niet fysiek verplaatst worden. Niettemin werd ervoor gekozen om het bureau niet als uitvalsbasis te gebruiken. In plaats daarvan werd het nodige lesmateriaal centraal in de klas op een aparte tafel gelegd, zodat ik me vlot tussen de verschillende groepen kon bewegen en indien nodig materiaal kon aanreiken zonder een statisch referentiepunt te worden.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

De niet-frontale inrichting resulteert in een duidelijke verschuiving van aandacht. Leerlingen zijn niet gericht op “wat de leraar verwacht”, maar op het zelf vinden van oplossingen. Door het vervagen van een centrale “voorzijde” worden impliciete hiërarchieën in de klas afgebouwd, wat bijdraagt aan een veiliger leerklimaat waarin leerlingen meer durven uitproberen. Deze strategie bevordert de overgang van leerkrachtgestuurd naar leerlinggestuurd leren.

Op structureel niveau blijft het echter een uitdaging om klasruimten duurzaam te herinrichten. In veel scholen worden lokalen gedeeld door meerdere leerkrachten, zijn er vaste projectiemiddelen zoals beamers en instructieborden die naar één kant van het lokaal georiënteerd zijn, en is de inrichting met rijen tafels en een vooraan gepositioneerd leraarsbureau diep ingebed in de schoolcultuur. Toch kan de leerkracht binnen deze beperkingen bewuste keuzes maken om, waar mogelijk, niet-frontaal te werken. Kleine verschuivingen, zoals het verplaatsen van werkmaterialen of het dynamisch positioneren van de eigen persoon, kunnen reeds een groot verschil maken in de perceptie en beleving van de leeromgeving.

3.2.2 Alleen blijf-denken-vragen beantwoorden (strategie 5)

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Voor de toepassing van deze strategie was voorafgaand geen concrete voorbereiding mogelijk. De enige gerichte voorbereiding bestond erin om als leerkracht de nodige mentale ingesteldheid te ontwikkelen om tijdens de les adequaat onderscheid te maken tussen zogenaamde stop-met-denken-vragen en blijf-denken-vragen, zoals gedefinieerd door Liljedahl, en hierop op gepaste wijze te reageren.

Na een korte, klassikale instructie werden de leerlingen willekeurig in groepjes verdeeld, waarna zij zich begaven naar hun toegewezen VNPO. Vanaf dit moment werden de leerlingen bewust autonoom gelaten in het oplossen van de eerste reeks opgaven.

Om een veelvoorkomende valkuil, namelijk de onmiddellijke toevlucht tot de leerkracht voor hulp, te vermijden, werd ervoor gekozen om gedurende de eerste drie tot vijf minuten niet tussen te komen. Door fysiek in het midden van het klaslokaal te blijven staan, werd vermeden dat ik door mijn nabijheid onbedoeld een uitnodiging vormde tot het stellen van zogenaamde nabijheidsvragen, die vaak eerder gericht zijn op bevestiging dan op het stimuleren van verder denkwerk. Deze initiële observatieperiode bood bovendien de gelegenheid om een eerste, informele inschatting te maken van de mate waarin de verschillende groepen vlot van start gingen, dan wel moeite hadden met de opgave.

Pas na deze korte pauze werd gestart met het circuleren tussen de groepjes. Het doel hierbij was dubbel: enerzijds het bieden van gerichte ondersteuning aan groepen die dreigden vast te lopen, anderzijds het stimuleren van reflectie op het denkproces zelf. Vanaf dat moment kwamen ook de eerste leerlingvragen op gang.

In het kader van deze strategie werd tijdens de les systematisch aandacht besteed aan de aard van deze vragen. Enkele representatieve voorbeelden worden hieronder besproken, telkens voorzien van een reflectie op het bijhorende didactische handelen.

-
- Wij hebben hierover toch nog geen les gekregen?

Deze vraag werd door één van de leerlingen gesteld bij aanvang van de eerste oefenreeks. Hoewel het op het eerste gezicht een kritiek op de lesaanpak zou kunnen inhouden, was ik toch positief verrast door deze vraag. Ze benadrukte immers de kern van de BTC-aanpak, waarbij leerlingen uitgenodigd worden om zich via denkopgaven de leerinhouden eigen te maken, nog vóór er expliciete instructie plaatsvindt. Deze observatie confronteerde mij als leerkracht met mijn eigen lespraktijk om vaak terug te grijpen naar traditionele structuren, waarbij theorie doorgaans voorafgaat aan toepassing. In mijn antwoord gaf ik aan dat de opgaven bewust vóór de theorie werden aangereikt en dat leerlingen uitgenodigd werden om vanuit reeds aanwezige voorkennis een oplossingsstrategie te ontwikkelen.

- We weten niet hoe we moeten starten.

Deze opmerking kwam van een duo dat reeds zichtbaar worstelde met het starten van de opgave en ook al andere groepjes had geobserveerd. De opmerking werd dan ook niet beantwoord met inhoudelijke uitleg, maar vormde aanleiding tot het geven van een gerichte hint die het denkproces opnieuw op gang kon brengen, zodat ze niet in een zone van frustratie zouden vervallen. Een verdere uitwerking van deze aanpak wordt besproken bij de reflectie op strategie 9 (zie infra).

- Is dit antwoord correct?

Deze klassiek voorkomende vraag illustreert een diepgewortelde gewoonte bij leerlingen om leerkrachten als beoordelaars te beschouwen, eerder dan als begeleiders in het denkproces. Liljedahl (2021) beschouwt dit type vraag dan ook als een typische stop-met-denken-vraag. In dit geval werd bewust gekozen om de bal terug in het kamp van de leerlingen te leggen. Ik vroeg hen waarom ze de vraag stelden, waarop een leerling antwoordde: “Ik denk dat het juist is, maar ik ben er niet zeker van.” Vervolgens vroeg ik hen hun redenering als groep te verwoorden en het antwoord gezamenlijk te beargumenteren. Op die manier werd niet alleen het denkproces zichtbaar, maar werd ook het groepsleren versterkt.

- We zijn klaar met de opgaven, wat moeten we nu doen?

Hoewel voor de les drie reeksen met opgaven werden voorzien, bedoeld als differentiatie (zie ook strategie 9), bleek uit deze vraag dat de leerlingen in sterke mate afhankelijk bleven van mijn instructies om verder te gaan. Deze afhankelijkheid leidde ertoe dat ik als leerkracht op bepaalde momenten het gevoel had mijn eigen beweging door de klas te moeten laten leiden door de vragen van snellere groepen, in plaats van zelf het initiatief te behouden. Deze ervaring toont aan dat het wenselijk is om in toekomstige BTC-lessen een duidelijkere aanpak te hanteren: bijvoorbeeld door de vervolgopgaven reeds zichtbaar of toegankelijk te maken op een centrale plaats, mits de gemaakte opgaven op het bord blijven staan tot de leraar de voortgang heeft geëvalueerd.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Deze strategie vereist aanpassing in de rol van de leerkracht: het begeleiden van denkprocessen moet een duidelijke plaats krijgen naast het overdragen van kennis. Het vereist toch ook enige vaardigheid in het stellen van terugkaatsende vragen en het herkennen van de juiste interventiemomenten.

De ontwikkeling van dit pedagogisch gedrag kan meer onder de aandacht gebracht worden in de vorm van opleidingen of nascholingen. Beleidsmatig is het een goede zaak om leraren aan te moedigen om bewust met deze stijl van interactie om te gaan. Het herkennen van type vraagstelling door leerlingen en hiermee gepast omgaan, kan immers het verschil maken tussen passief of actief leren.

3.2.3 Denkopgaven vroeg in de les, staand en mondeling geven (strategie 6)

Vorbereiding

De voorbereidende stappen die een leerkracht in het kader van deze strategie dient te ondernemen, zijn gericht op het realiseren van een krachtige lesstart die de voorkennis van de leerlingen activeert en het bijbehorende denkproces onmiddellijk op gang brengt. De keuze van de initiële opgave speelt hierin een belangrijke rol. Deze opgave dient voldoende uitdagend te zijn om denken uit te lokken, maar tegelijkertijd voldoende toegankelijk om alle leerlingen de mogelijkheid te bieden eraan te kunnen starten.

Liljedahl geeft in zijn boek een voorbeeldopgave ter introductie van het onderwerp “eerstegraadsvergelijkingen”. Gezien de inhoudelijke verwantschap met het onderwerp “eerstegraadsongelijkheden”, koos ik deze opgave als inspiratie en heb ik deze aangepast aan de context van de onderzoeksles.

Daarnaast heb ik ook vooraf nagedacht over de formulering van deze opgave. Aangezien deze mondeling wordt gepresenteerd, is het essentieel om complex taalgebruik te vermijden om de cognitieve belasting tot een minimum te beperken en de inclusiviteit te bevorderen.

Samengevat zal het startmoment voldoen aan drie belangrijke criteria: het activeren van relevante voorkennis, het uitlokken van denkactiviteit via een zorgvuldig geformuleerde, mondelinge opgave, en de duurtijd van deze klassikale opgave beperken tot ongeveer vijf minuten.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

De les werd opgestart met een klassikale, mondeling aangeboden denkopgave waarbij de leerlingen werden verzocht staand plaats te nemen rond de leerkracht en het instructiebord. De opgave luidde als volgt:

“Ik heb een getal in mijn hoofd. Ik geef jullie een hint en jullie raden wat dit getal is. De hint is: als ik mijn getal verdubbel en er daarna 3 bij optel, is de uitkomst 15. Steek je duim omhoog als je het getal weet.”

Deze opgave sloot aan bij eerder verworven leerstof omtrent eerstegraadsvergelijkingen in één onbekende, behandeld in de voorgaande weken. Het aanbieden van een wiskundige probleemstelling via een mondelinge formulering is voor de leerlingen niet gebruikelijk in het dagelijkse lesgebeuren, want er werd toch enkele keren verzocht om de opgave te herhalen. Dit duidt toch

op een zekere gewenning aan schriftelijke instructies. Deze aanpak riep merkbaar interesse en betrokkenheid op bij de leerlingen, want er werd wel opvallend snel gereageerd met het opsteken van de duim en het correct benoemen van het gezochte getal.

Om de omzetting naar wiskundige notatie te bevorderen, werd aansluitend op het bord uitgeschreven wat voordien mondeling geformuleerd werd. De onbekende (het getal in mijn hoofd) werd genoteerd als x , waarna de leerlingen via gerichte vragen begeleid werden in het opstellen van de vergelijking:

- Hoe noteren we wiskundig “verdubbelen”?
- Daarna tellen we er 3 bij op: hoe schrijven we dit uit?
- De uitkomst is 15: hoe vervolledigen we dus de vergelijking?

Zo kwamen de leerlingen zelf uit bij de vergelijking $2x + 3 = 15$.

Vervolgens werd een tweede, licht gewijzigde denkopgave geïntroduceerd, met het oog op een vlotte overgang naar het onderwerp “eerstegraadsongelijkheden”:

“Ik heb een nieuw getal in mijn hoofd. Als ik dit getal verdubbel en ik tel er 3 bij op, dan is de uitkomst groter dan 11. Steek je duim omhoog als je het getal weet.”

In tegenstelling tot de eerste opgave was er bij deze formulering toch enige verwarring bij de leerlingen. Niettemin durfden enkele leerlingen een gok te wagen: één leerling stelde het getal 4,5 voor, wat, bij controle van de bewerking (namelijk het dubbel van 4,5 en dan 3 bij optellen, geeft 12), inderdaad leidde tot een getal groter dan 11. Vervolgens werd 5 voorgesteld, met een soortgelijk resultaat. Beide antwoorden voldeden aan de voorwaarde van de opgave, maar werden niet bevestigd als het “gezochte” getal (ik had het getal 8 in mijn hoofd).

Deze didactische aanpak leidde ertoe dat één van de leerlingen spontaan tot de vaststelling kwam dat het onmogelijk was om precies te weten welk getal de leerkracht in gedachten had, omdat er meerdere mogelijke antwoorden voldeden aan de voorwaarde. Op dat moment werd expliciet de essentie van een ongelijkheid aangebracht: in tegenstelling tot een vergelijking, die één unieke oplossing heeft, bestaat een ongelijkheid uit een oneindig aantal mogelijke oplossingen die aan een voorwaarde voldoen. Dit werd dan ook wiskundig genoteerd op het bord.

Ter afsluiting van dit startmoment werd de overgang gemaakt naar het groepswerk. De leerlingen kregen elk een kaart waarmee ze willekeurig in groepen werden verdeeld (strategie 2, zie supra). Vervolgens begaven ze zich naar hun toegewezen VNPO, waar de eerste reeks opgaven reeds was aangebracht (strategie 9, zie infra) en kon worden aangevat.

Didactische reflectie

Het implementeren van deze strategie vergt kennis en vertrouwen van de leerkracht in het leervermogen van de leerlingen. De winst van deze aanpak is echter aanzienlijk: het zorgt voor onmiddellijke betrokkenheid, verhoogt de spreek- en denkactiviteit en zet een ander verwachtingspatroon neer over wat een wiskundeles betekent.

Cruciaal hierbij is dat de opgave geschikt is: ze moet helder zijn, maar ook ruimte laten voor interpretatie en discussie. Ook moet de leerkracht voorbereid zijn op mogelijke misinterpretaties.

ties, zonder meteen corrigerend op te treden.

Deze aanpak mag niet enkel gefocust zijn op productgerichtheid, maar moet ook waarde hechten aan het ontdekkingsproces van een opgave vanaf het eerste lesmoment.

3.2.4 Check-je-begrip-opgaven geven (strategie 7)

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Hoewel de strategie rond check-je-begrip-opgaven, zoals beschreven door Liljedahl (2021), tijdens de onderzoeksles zelf niet expliciet werd toegepast, werd zij nadien wel bewust geïntegreerd in de daaropvolgende les. Aansluitend op de les waarbij de eerstegraadsongelijkheden werden geïntroduceerd via denkopgaven en groepswork, kregen de leerlingen de opdracht om gestructureerde aantekeningen te maken bij dit onderwerp (strategie 11, zie infra). Vervolgens werden oefeningen uit het leerwerkboek geselecteerd en aangereikt als check-je-begrip-opgaven, met als doel om de leerlingen individueel te laten oefenen met de behandelde leerinhouden.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

De kracht van deze strategie ligt in haar positionering na de actieve denkopgave. Indien te vroeg ingezet, wordt ze instructiegericht; indien weggelaten, bestaat het risico dat denkactiviteit niet overgaat in duurzaam begrip. Essentieel is ook de juiste balans tussen herkenbaarheid en complexiteit: opgaven moeten voldoende uitdagend zijn om fouten uit te lokken, maar niet zo abstract dat ze nieuwe leerstof introduceren.

Een kritische kanttekening hierbij betreft de interpretatie van deze opdrachten door de leerlingen. Het blijft onduidelijk in welke mate zij deze check-je-begrip-opgaven daadwerkelijk als iets fundamenteel anders beschouwen dan het traditionele huiswerk, waarmee zij doorgaans vertrouwd zijn. Deze onduidelijkheid roept vragen op omtrent de effectiviteit en de herkenbaarheid van deze strategie in een geïsoleerde implementatie.

Bovendien ervaar ik deze strategie in de praktijk als twijfelachtig en moeilijk hanteerbaar, tenzij zij wordt ingebed binnen een breder schoolbeleid. Wanneer deze aanpak slechts op het niveau van een individuele leerkracht wordt toegepast, dreigt zij haar didactisch potentieel te verliezen doordat er onvoldoende gemeenschappelijke verwachtingen ontstaan bij zowel leerlingen als collega's. De moeilijkheden worden al zichtbaar in "Planner" op Smartschool. Hier wordt een taak ook effectief benoemd als "huistaak". Het lijkt dan ook aangewezen om deze strategie te benaderen als een gedeelde verantwoordelijkheid en met vaste voorziene momenten waarop leerlingen deze opgaven individueel of in groep kunnen maken. Hierdoor zal de invulling en het doel ervan helderder en consistentere zijn naar de leerlingen toe.

3.2.5 Kennis mobiliseren (strategie 8)

Vorbereiding

Deze strategie werd met bijzondere aandacht voorbereid, aangezien het bevorderen van leerling-autonomie een kernprincipe vormt binnen het concept van BTC (Liljedahl, 2021). Binnen deze pedagogische aanpak wordt zelfstandigheid niet beschouwd als een einddoel, maar als een proces dat actief ondersteund moet worden door een doordachte lesstructuur en zorgvuldig ontworpen leersituaties.

In voorbereiding op de les werd er expliciet nagedacht over de mate en aard van de aanwezige voorkennis bij de leerlingen. Daarbij werd niet alleen rekening gehouden met expliciet aanwezige kennis, maar ook met kennis die mogelijk in de vergetelheid geraakt is, maar via activerende en herkenbare contexten opnieuw opgeroepen kan worden. Dit vereist het ontwerpen van opgaven die niet alleen inhoudelijk relevant zijn, maar ook strategisch opgebouwd zijn: toegankelijk bij de instap, maar met voldoende diepgang en ruimte voor differentiatie naar hogere niveaus van complexiteit (cfr. thin slicing, strategie 9, Liljedahl, 2021).

Daarnaast werd er in de voorbereiding bijzondere aandacht besteed aan het formuleren van blijf-denken-vragen (strategie 5, zie supra), die bijdragen aan het versterken van de zelfstandige denkactiviteit bij leerlingen. Het doel was om de afhankelijkheid van de leerkracht als primaire kennisbron te reduceren en de leerlingen uit te nodigen tot het verkennen van oplossingsstrategieën in interactie met medeleerlingen.

Om de overgang naar deze autonome werkvorm vlotter te laten verlopen, werd in de les voorafgaand aan de onderzoeksles reeds kort ingegaan op het werken met VNPO's. Tijdens dit moment werd verduidelijkt dat elke groep de verantwoordelijkheid zal krijgen om ervoor te zorgen dat elk teamlid begrijpt wat er wordt genoteerd aan het bord. Oplossingen mogen enkel worden ontwikkeld in overleg met de teamleden en gemaakte fouten moeten beredeneerd ter discussie staan binnen de groep en niet individueel worden verbeterd. Ook gaf ik mee dat het geoorloofd en zelfs wenselijk was om bij andere groepjes te observeren wanneer men vastliep. Deze afspraken werden ook doorheen de les geprojecteerd.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Voor deze les werd er bewust gekozen om, na een kort klassikaal activatiemoment, de leerlingen in groepjes autonoom te laten werken aan een eerste reeks basisopgaven, zonder hen gedetailleerde instructies te geven over hoe zij dienden te starten. De opgaven werden op voorhand opgehangen aan de VNPO's (strategie 9, zie infra), zodat de leerlingen er onmiddellijk toegang toe hadden bij aanvang van het groepswork.

In overeenstemming met de principes uit strategie 5 (Beantwoorden van vragen), werd er initieel bewust voor gekozen om niet meteen tussen de groepjes te circuleren. Door in het midden van het klaslokaal te blijven, kon ik enerzijds een goed overzicht bewaren en anderzijds vermijden dat mijn fysieke nabijheid uitnodigde tot het stellen van zogenoemde nabijheidsvragen en zo het autonome denkwerk te remmen. Deze keuze gaf ook de gelegenheid om te observeren welke groepjes vlot van start gingen en welke moeite ondervonden bij het interpreteren van de opgaven.

In het begin was er enige aarzeling merkbaar bij de groepjes die moeilijk opstartten, om hulp te halen bij andere groepjes: ze keken wel wat rond, maar de fysieke mobiliteit was nog beperkt.

De groepjes die niet tot actie kwamen, benaderde ik dus bijgevolg als eerste met inhoudelijke hints (strategie 9, zie infra), zodat zij alsnog zelfstandig verder konden werken zonder volledig van de leerkracht afhankelijk te worden.

Naarmate de les vorderde, werd duidelijk hoe het principe van kennismobiliteit (Liljedahl, 2021) in de praktijk tot uiting kwam: leerlingen gingen spontaan bij andere groepjes hulp zoeken of hun antwoorden vergelijken. Deze vorm van horizontale interactie weerspiegelde precies het lesdoel (leerlingautonomie) dat vooropgesteld werd bij de lesvoorbereiding, en kan worden beschouwd als een betekenisvol leermoment binnen het bredere kader van BTC.

Toch bood deze les ook ruimte tot verbetering. Zo bleek uit de lespraktijk dat de autonomie deels werd ondermijnd doordat de leerlingen bij voltooiing van een opgavenreeks opnieuw bij de leerkracht kwamen aankloppen met de vraag wat zij vervolgens moesten doen. Hoewel er drie reeksen voorzien waren, bleek de wijze waarop deze aangeboden werden te weinig zichtbaar of toegankelijk om zelfstandig te gaan gebruiken. In een volgende les zou het aangewezen zijn om de opgavenreeksen op een centrale, zichtbare plaats te voorzien, zodat de leerlingen zonder tussenkomst van de leerkracht vlot kunnen doorgaan naar een volgende reeks. Op die manier wordt de continuïteit van het denkproces gewaarborgd en wordt het principe van leerlingautonomie sterker ingebed in de lespraktijk.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

De implementatie van deze strategie vereist een zekere vakdidactische deskundigheid van de leerkracht. Essentieel hierbij is het vermogen om vooraf accuraat in te schatten welke voorkennis bij leerlingen aanwezig of oproepbaar is, zodat de klassikale instructie tot een minimum kan worden beperkt. De bedoeling is immers niet om kennis frontaal aan te bieden, maar om het denkproces van de leerlingen te activeren en hen zelfstandig tot inzichten te laten komen.

Een belangrijk onderliggend doel van deze strategie is het bevorderen van leerlingautonomie en het stimuleren van kennismobiliteit binnen de klasgroep. Beide aspecten zouden een lesdoel moeten zijn binnen BTC, waarin leerlingen worden aangemoedigd om verantwoordelijkheid te nemen voor hun eigen leerproces en waarin samenwerkend leren actief vorm krijgt. In de onderzochte les bleek reeds een duidelijke dynamiek van kennismobiliteit zichtbaar, waarbij leerlingen spontaan informatie uitwisselden tussen groepjes en bij elkaar gingen observeren of overleggen. Het is aannemelijk dat dit proces nog sterker zal worden naarmate leerlingen vertrouwd raken met deze werkvorm en zich comfortabeler voelen binnen de open leersituaties die BTC beoogt.

Toch is het belangrijk om te erkennen dat het als leerkracht niet vanzelfsprekend is om in elke les het overzicht te behouden wanneer gewerkt wordt met een hoge graad van leerlingautonomie. Hoewel dit tijdens de onderzoeksles, die plaatsvond in een relatief beheersbare klascontext, nog haalbaar bleek, kan het bij grotere klasgroepen aanzienlijk uitdagender worden om de voortgang van alle groepjes adequaat op te volgen.

Grotere klasgroepen brengen het risico met zich mee dat fouten tegen rekenprocedures gedurende langere tijd blijven staan op de VNPO's. Wanneer zulke fouten niet tijdig gecorrigeerd worden, bestaat het gevaar dat ze zich vastnesten in de cognitieve structuur van de leerlingen. Dit effect onderstreept de noodzaak van doordachte monitoring en snelle interventie, wat bij een groter leerlingenaantal echter moeilijker te realiseren valt door slechts één lesgever.

Een mogelijke structurele oplossing hiervoor kan liggen in het invoeren van co-teaching binnen het lesgebeuren. Wanneer twee leerkrachten samen verantwoordelijk zijn voor de klasprak-

tijk, ontstaat er meer ruimte voor gerichte begeleiding, onmiddellijke feedback en differentiatie. Het succes van co-teaching binnen het kader van BTC vereist echter dat beide leerkrachten een gedeeld begrip hebben van en een gelijkaardige aanpak hanteren ten aanzien van de BTC-strategieën. Alleen wanneer deze pedagogische visie gewaardeerd wordt in het bredere schoolstelsel, kan co-teaching als versterkende didactische praktijk ingezet worden in het bevorderen van effectieve denkactiviteiten in de klas.

3.3 Toolkit 3

Wanneer de strategieën uit de tweede toolkit van BTC succesvol zijn geïmplementeerd, ontstaat de mogelijkheid om een zogenaamde flow-toestand te genereren. In deze toestand zijn leerlingen bereid actief en duurzaam te werken aan het oplossen van uiteenlopende opgaven, inclusief die welke behoren tot de curriculaire leerstof. Liljedahl (2021) stelt dat dergelijke betrokkenheid pas mogelijk is wanneer leerlingen eerst vertrouwd zijn geraakt met de randvoorwaarden van een denkklas, zoals voorzien in toolkit één (leerlinggedrag) en toolkit twee (lespraktijk).

Voor de betreffende onderzoeksles rond het onderwerp “eerstegraadsongelijkheden in één onbekende”, een leerinhoud waarvan de opstart binnen het leerplan voornamelijk procedureel van aard is, komt de derde toolkit in het bijzonder van pas. Deze toolkit bevat strategieën die gericht zijn op het in stand houden en verdiepen van denkprocessen tijdens het lesverloop, met als doel het ontwikkelen van betrokken leerlingen. De drie strategieën die binnen deze toolkit centraal staan, zijn:

- Zet asynchroon hints en uitbreidingen in om flow te handhaven
- Consolideer van onderaf
- Laat leerlingen zinvolle aantekeningen maken

Liljedahl benadrukt dat deze strategieën pas effectief kunnen worden ingezet wanneer leerlingen voldoende vertrouwd zijn met de fundamenteën van een denkklas, zoals beschreven in de eerste twee toolkits. In het kader van deze masterproef, en met inachtneming van de praktische beperkingen op het vlak van tijd en beschikbare ruimte (zie supra), werd ervoor gekozen om ook de strategieën uit de derde toolkit meteen tijdens de onderzoeksles te implementeren.

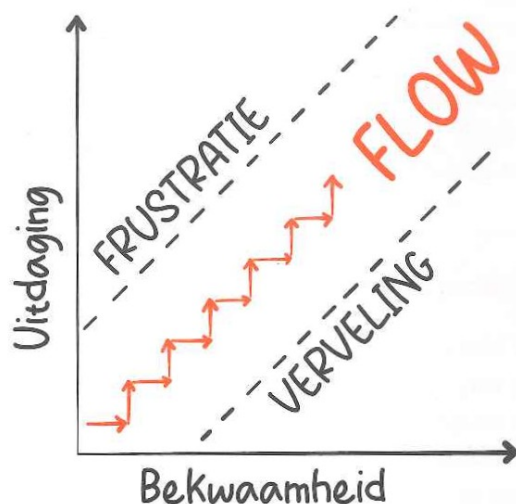
3.3.1 Zet asynchroon hints en uitbreidingen in om flow te handhaven (strategie 9)

Vorbereiding

In de voorbereiding van deze les werd expliciet gekozen voor het ontwerpen van zogenaamde *low floor, high ceiling*-opgaven, in overeenstemming met de visie van Liljedahl (2021). Het doel hiervan is het creëren van een lage instapdrempel zodat alle leerlingen de mogelijkheid krijgen om deel te nemen, gecombineerd met voldoende differentiatie om ook meer gevorderde leerlingen intellectueel uit te dagen.

Om dit te realiseren werd gebruikgemaakt van het *thin slicing*-principe, waarbij de complexiteit van de opeenvolgende opgaven gradueel toeneemt. Bij dit type opgaven gebeuren de sprongen in moeilijkheid tussen twee opeenvolgende oefeningen in zeer kleine stapjes, zodat de flow zeker gehandhaafd blijft en dus het risico op frustratie bij leerlingen klein is, terwijl toch wordt ingezet op groei in procedurele beheersing (figuur 3.5).

Vooruitkijkend naar strategie 13 (zie infra) werden de opgaven gebundeld in drie progressieve reeksen: een basisreeks, een gemiddelde reeks en een gevorderde reeks (bijlage 2).



Figuur 3.5: Grafische weergave van dingesneden reeks opgaven

De basisreeks startte met opgaven van lineaire ongelijkheden met positieve coëfficiënten voor de onbekende x . Vervolgens werd de moeilijkheid verhoogd door negatieve coëfficiënten te introduceren en uiteindelijk werd in de laatste opgave van deze reeks de onbekende vervangen door een alternatieve variabele, om conceptuele flexibiliteit te stimuleren.

De gemiddelde reeks bouwde hierop voort door het introduceren van haakjes in de opgaven. Hierdoor moesten leerlingen eerst de haakjes correct uitwerken alvorens zij de reeds aangeleerde oplossingsstrategieën konden toepassen. Deze reeks eindigde met een opgave waarin eenvoudige breuken werden geïntegreerd, om ook basisvaardigheden rond breuken opnieuw te activeren.

De gevorderde reeks combineerde vervolgens meerdere complexiteitsfactoren, zoals het rekenen met haakjes én breuken, en introduceerde extra aandachtspunten rond negatieve tekens binnen de bewerkingen. De laatste opgave in deze reeks bevatte bovendien irrationale getallen, om de voorkennis omtrent het rekenen met vierkantswortels opnieuw te activeren.

Om de autonomie van de leerlingen te stimuleren, werden de opgaven van de basisreeks reeds vóór aanvang van de les opgehangen aan elke VNPO. Hierdoor konden de leerlingen onmiddellijk na de klassikale introductie autonoom van start gaan, zonder bijkomende instructie of sturing. Deze aanpak ondersteunt het principe van het creëren van onmiddellijke activiteit, dat een centraal uitgangspunt vormt binnen het BTC-model.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Nadat de leerlingen zelfstandig aan de slag waren gegaan met de eerste reeks opgaven, werd er bewust gekozen om de eerste fase van hun denkproces niet onmiddellijk te onderbreken door fysieke nabijheid of directe tussenkomst van de leerkracht (strategie 5, zie supra). Vanuit een centrale positie in het klaslokaal observeerde ik de interacties binnen de groepjes en hield ik de voortgang in de gaten.

Na deze observatiefase werd duidelijk dat in beide klassen slechts één groep moeite had met het opstarten van de activiteit. Bij deze groepen werd ondersteuning geboden door middel van gerichte hints, ontworpen om de denkactiviteit op gang te brengen zonder expliciete instructie, bijvoorbeeld:

- Stel nu dat er geen ongelijkheidsteken staat, maar een gelijkheidsteken, hoe los je zo'n opgave op?
- Welke termen worden samengebracht in het ene lid en welke termen in het andere lid?

Na deze gerichte interventie wandelde ik tussen de groepen door en observeerde ik de borden. Indien er fouten werden vastgesteld, werd er opnieuw gekozen voor het geven van weloverwogen hints. Deze hints waren gericht op het versterken van het begripsniveau van de leerlingen, zonder het oplossingsproces over te nemen, bijvoorbeeld:

- Wat gebeurt er met een ongelijkheid als je beide leden deelt door een negatief getal?
- Hoe noteer je op een correcte wijze een oplossing voor alle getallen groter dan 3?

De hints werden individueel afgestemd en slechts aan één groep tegelijk gegeven, om de flow van de andere groepen niet te verstoren. Belangrijk hierbij was dat de leerlingen zelf de controle over het oplossingsproces bleven behouden: hints werden enkel gegeven als de groep een impasse had bereikt of wanneer er evidente procedurefouten werden vastgesteld die het leerproces konden belemmeren.

De strategische inzet van asynchrone hints bleek bijzonder effectief in het handhaven van de cognitieve betrokkenheid binnen alle groepen. In vrijwel alle gevallen resulteerde het ontvangen van een hint in het hervatten van het denkproces met verhoogde motivatie.

Bij de snellere groepen werden de uitbreidingsreeksen ingezet als differentiatiemiddel, wat enerzijds voorkwam dat deze leerlingen zich zouden vervelen, en anderzijds hun denkactiviteit verder uitdiepte.

De leerlingen beleefden duidelijk plezier aan deze werkvorm en hun respons aan het einde van de les was opvallend positief. Spontane uitspraken zoals "Is de les nu al gedaan?", "Nu begrijp ik het echt!" en "Kunnen we dit nog eens doen?" wijzen op een hoge mate van betrokkenheid en intrinsieke motivatie. Deze observaties zijn in overeenstemming met de centrale doelstelling van een denkklas: het ontwikkelen van betrokken leerlingen, zodat ze bereid zijn om over elke opdracht na te denken.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Deze strategie vereist een verschuiving van centrale instructie naar responsieve begeleiding. Dit stelt hoge eisen aan de inhoudelijke voorbereiding, klasobservatie en pedagogisch oordeelsvermogen van de leerkracht.

Op beleidsniveau vraagt deze aanpak om een herwaardering van differentiatie: niet als het verdelen van taken vooraf, maar als adaptieve interactie tijdens het leerproces. In de educatieve opleiding is het dus belangrijk om niet alleen in te zetten op het ontwerpen van klassikale instructie, maar ook op het ontwikkelen van interventiestrategieën tijdens denkprocessen, inclusief het leren formuleren van effectieve hints en het ontwerpen van betekenisvolle uitbreidingen.

Hoewel het gedifferentieerd en asynchroon werken aan opgaven duidelijke voordelen biedt op het vlak van leerproces, motivatie en leerlingbetrokkenheid, rijzen er terecht vragen met betrekking tot het algemene lestempo en de haalbaarheid binnen de bestaande onderwijsstructuren. In het bijzonder is dit relevant binnen de context van het Vlaamse secundair onderwijs, waarin elke leerkracht gebonden is aan leerplandoelen die binnen een beperkt aantal lestijden gerealiseerd moeten worden.

Het erkennen en waarderen van diversiteit in leertempo en oplossingsstrategieën, zoals beoogd binnen de principes van BTC (Liljedahl, 2021), vormt ontegensprekelijk een meerwaarde voor diepgaand leren en inclusieve leerprocessen. Deze aanpak stelt leerlingen in staat om op hun eigen niveau betekenisvolle vooruitgang te boeken, zonder dat zij worden afgerekend op snelheid of conformiteit aan een vooraf bepaald leerpad.

Tegelijkertijd impliceert dit echter een fundamentele cultuurverandering binnen de onderwijspraktijk. Deze cultuurverandering overstijgt in zekere zin de individuele klaspraktijk en vereist structurele ondersteuning op schoolniveau en binnen het bredere Vlaamse onderwijskader. De finaliteitsdifferentiatie (doorstroom, arbeidsmarktgericht of dubbele finaliteit) en studierichtingspecifieke leerplannen laten immers weinig ruimte voor structurele vertraging of verbreding, zonder dat dit gevolgen heeft voor het realiseren van de eindtermen. Dit spanningsveld tussen didactische vernieuwing en curriculaire verplichtingen stelt leerkrachten voor een complexe uitdaging: enerzijds het stimuleren van dieper en betekenisvoller leren via leerlingautonomie en differentiatie; anderzijds het bewaken van de voortgang in functie van de leerplandoelen.

3.3.2 Consolideer van onderaf (strategie 10)

Voorbereiding

Bij het ontwerp van de zogenaamde *thin slicing*-opgaven (strategie 9, zie supra) werd reeds systematisch nagedacht over welke leerlingantwoorden essentieel waren in functie van een doelgerichte consolidatie. Deze anticipatie op kernantwoorden vormde een geïntegreerd onderdeel van de lesvoorbereiding (bijlage 1), waarin de verwachte notaties expliciet werden aangeduid en genummerd. Op die manier beschikte ik als lesgever over een duidelijke leidraad met betrekking tot welke tussenstappen of oplossingsstrategieën zeker moesten worden besproken tijdens de afsluitende klassikale reflectie, evenals in welke volgorde dit het meest didactisch verantwoord zou zijn volgens de principes van Liljedahl.

De *thin slicing*-methodiek ondersteunt dit proces aanzienlijk, aangezien de opbouw van de opgavenreeks reeds een natuurlijke structuur aanreikt voor een consolidatie “van onderaf”. Dit impliceert dat er relatief meer tijd en aandacht besteed wordt aan de basisopgaven, waarin de fundamentele procedures en begripsmatige inzichten worden gelegd. Naarmate de moeilijkheidsgraad van de opgaven stijgt, wordt de klassikale bespreking beperkter.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Tijdens het coöperatief werk aan de opgaven rond eerstegraadsongelijkheden maakte ik als leerkracht gebruik van een visueel en gestructureerd systeem om betekenisvolle leerlingnotities te selecteren voor de consolidatiefase. Concreet omkaderde ik met een groene stift vooraf geselecteerde leerlingnotities op de VNPO's en voorzag deze tevens van een genummerde volgorde. De leerlingen kregen expliciet de instructie dat alle onderdelen die binnen een groene kader stonden, niet mochten worden gewist, zodat deze tijdens de nabespreking konden worden ingezet.

Om de participatie van zichtbaar tragere groepen niet te belemmeren en hun denkwerk zichtbaar te maken, koos ik ervoor om de eerste omkaderingen bewust te plaatsen bij deze groepen. Dit zorgde ervoor dat tijdens de latere consolidatiefase de bespreking van leerlingwerk representatief kon zijn voor de hele klas, en niet louter afkomstig was van de snelste groepen.

Na een werkperiode van ongeveer 35 minuten, nodigde ik alle leerlingen uit om rond mij te verzamelen. Van daaruit begeleidde ik hen in een wandeling door de klas langsheen de VNPO's, waarbij de besproken items overeenkwamen met de genummerde groene kaders. Deze galerijvormige consolidatie bood niet enkel een overzicht van gedeelde inzichten, maar maakte ook het proces van collectieve kennisconstructie zichtbaar.

In overeenstemming met de principes van Liljedahl (2021) werd er expliciet voor gekozen om leerlingen aan te duiden die niet zelf aan het besproken bord hadden gewerkt. Deze didactische keuze stimuleert het vermogen om andermans oplossingsstrategieën te analyseren, verwoorden en relateren aan het eigen denkproces, wat een sleutelcomponent is van de BTC-aanpak.

De bespreking verliep in lijn met de eerder geselecteerde volgorde:

- De eerste twee stops richtten zich op de correcte toepassing van intervalnotatie als oplossingsvorm van ongelijkheden, met specifieke aandacht voor het gebruik van open versus gesloten haakjes.
- Bij de derde bespreking werd stilgestaan bij het omdraaien van het ongelijkheidsteken bij deling door een negatief getal, als visuele herinnering aan de eigenschappen van de orde in de verzameling $\mathbb{R}$
- De vierde bespreking betrof een opgave uit de gemiddelde reeks en focuste op het correct uitwerken van haakjes, waarbij leerlingen verwoordden wat er exact gebeurde in de eerste tussenstap van de oplossingsprocedure.
- Bij de vijfde stop lichtte een leerling toe op welke manier de breuken werden herleid in de context van een ongelijkheid.

De zesde aanduiding, die voorzien was in de lesvoorbereiding, werd echter door geen enkel groepje bereikt. Eén groep was er wel in geslaagd om te starten met de gevorderde reeks, maar had de betreffende opgave niet afgewerkt.

Het feit dat de genummerde kaders over verschillende borden verspreid stonden, maakte van deze consolidatiefase een echte galeriewandeling. Deze werkvorm bleek bijzonder effectief:

- Leerlingen luisterden aandachtig naar elkaars redeneringen, vermoedelijk omdat ze hun eigen werk en dat van hun peers herkend zagen in de bespreking.
- Er ontstond wederzijdse erkenning van elkaars denkstrategieën en leerlingen bleven mentaal betrokken, wat het denkproces van eerder in de les verlengde tot in deze consolidatiefase
- De consolidatie was inhoudelijk rijker en genuanceerder, aangezien ze vertrok vanuit concrete leerlingoplossingen.
- Fouten werden minder defensief benaderd, omdat ze functioneel onderdeel waren van het denkproces dat werd besproken.

De consolidatie verliep vlot, mede doordat alle besproken opgaven op dat moment al door de meerderheid van de klasgroep waren gemaakt. De consolidatie werd dus gebaseerd op wat reeds aanwezig was, niet op vooraf geplande inhoud.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Consolideren van onderaf vereist dat de leraar zich adaptief opstelt en beschikt over een grondige vakinhoudelijke en pedagogische flexibiliteit. Het betekent dat instructie niet lineair of frontaal gepland wordt, maar ontstaat in wisselwerking met wat leerlingen effectief tonen. In deze benadering fungeert de leerlingnotatie op het bord als uitgangspunt voor gerichte klassikale bespreking, waarbij vooral wordt stilgestaan bij betekenisvolle oplossingswijzen, voorkomende denkfouten of alternatieve strategieën. Tegelijk fungeert dit proces als een versterkende leerstrategie voor de volledige klasgroep, doordat de opbouwende bespreking aansluit bij de cognitieve fase waarin de meeste leerlingen zich bevinden. Consolidatie “van onderaf” vereist dus een grondige voorbereiding, waarbij de leerkracht niet enkel de inhoudelijke leerlijn beheerst, maar ook inzicht heeft in de leerpsychologische noden van zijn leerlingen op verschillende niveaus van beheersing.

Verder vraagt deze aanpak om een herziening van het klassikale gesprek: het wordt niet langer een controle van kennis, maar een gelegenheid tot gezamenlijke betekenisverlening. Dit stelt eisen aan zowel de vakdidactische kennis van leraren als aan de schoolcultuur die dit type onderwijs ondersteunt.

Deze strategie biedt kansen voor inclusiever onderwijs. Doordat meerdere oplossingsstrategieën aan bod komen, voelen meer leerlingen zich erkend in hun denkproces, wat kan bijdragen aan motivatie, zelfvertrouwen en dieper leren.

Op beleidsniveau wordt hier misschien een andere kijk op evaluatie en leerplanning verondersteld. Wanneer consolidatie niet vooraf wordt opgelegd, maar vloeit uit leerlingwerk, moet ook de planning ruimte laten voor open leeruitkomsten. Dit vergt een andere curriculumlogica waarin doelen functioneel worden bereikt, eerder dan lineair afgewerkt.

3.3.3 Laat leerlingen zinvolle aantekeningen maken (strategie 11)

Vorbereiding

Hoewel ik vooraf inschatte dat de beschikbare lestijd mogelijk onvoldoende zou zijn om het volledige BTC-proces te doorlopen tot en met de fase van notities nemen, besloot ik toch vooraf een structuurblad op te stellen (bijlage 3). Dit blad was bedoeld als ondersteuning bij het gericht vastleggen van inzichten na de consolidatiefase.

Het document bevat drie duidelijk afgebakende en gelabelde vakken.

In het eerste vak werd een voorbeeld opgenomen, waarbij de oplossingsstrategie stap voor stap werd geannoteerd. De leerlingen kregen de opdracht om dit voorbeeld uit te werken met behulp van de aangereikte tussenstappen. Deze begeleide annotatie biedt een opstap naar zelfstandig kunnen terugkijken en reflecteren op oplossingsstrategieën.

In het tweede vak werd een tweede voorbeeld opgenomen dat als vergelijkingsmateriaal kon dienen.

Het derde vak kreeg het label “dingen om te onthouden” en diende om leerlingen zelf relevante concepten, strategieën of valkuilen te laten identificeren en vastleggen.

Concrete invulling en observaties tijdens de les

Zoals verwacht bleek de effectieve lestijd onvoldoende om het notitieproces nog te integreren binnen dezelfde les als de consolidatie. De eigenlijke invulling van het structuurblad werd daarom verplaatst naar de daaropvolgende les. Door deze temporele scheiding werd de notitiefase echter losgekoppeld van de denk- en consolidatiefase die eraan voorafging, wat de kracht van het BTC-model verzwakte. Het oorspronkelijke doel om leerlingen onmiddellijk na een gezamenlijke verkenning van oplossingsstrategieën te laten reflecteren en personaliseren, kon hierdoor niet volledig worden gerealiseerd.

Hoewel de notities alsnog klassikaal werden opgesteld en inhoudelijk correct waren, miste deze aanpak het metacognitieve karakter dat beoogd werd. De spontane boodschap die volgens Liljedahl idealiter gegeven wordt (“Noteer nu wat jij belangrijk vindt om te onthouden, op een manier die voor jou werkt”) kreeg nu een te uniforme en leerkrachtgestuurde invulling. Het intrinsieke eigenaarschap dat in deze fase essentieel is, werd daardoor niet ten volle bereikt.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Deze ervaring toont aan dat de tijdsinvestering voor het implementeren van deze 11e strategie van het BTC-model, namelijk het notitie nemen, niet onderschat mag worden. Eén lesuur blijkt doorgaans te krap om zowel een denkopdracht, een consolidatiewandeling als een reflectieve notitiefase te doorlopen. Alternatieve ideeën dringen zich dan ook op. Eén mogelijke piste is om tijdens de consolidatie foto's te nemen van de besproken VNPO's, zodat deze beelden bij aanvang van de volgende les als visueel geheugensteuntje kunnen dienen. Op die manier kan het geheugen worden geactiveerd en kan sneller worden overgegaan tot individuele verwerking en notatie.

Hoewel de opzet met gelabelde vakken aanvankelijk een zekere sturing aantoont, is het doel op termijn om de leerlingen meer autonomie te geven in het selecteren en structureren van wat zij willen onthouden. Deze overgang van geleide naar zelfgestuurde notities moeten leiden tot zelf-regulerend leren. Het aanleren en inoefenen van dergelijke metacognitieve vaardigheden vraagt tijd en expliciete aandacht, maar levert op lange termijn een versterking op van zowel het wetenschappelijk inzicht als de algemene leercompetenties van leerlingen.

Beleidsmatig roept deze aanpak vragen op aan handboeken, digitale platforms en leerplannen die vaak een vooraf vastgelegde notitiestructuur opleggen. De implementatie van deze strategie vereist dat onderwijsinstellingen ruimte laten voor leerlinggestuurde aantekeningen en de bijbehorende autonomie cultiveren.

3.4 Toolkit 4

De laatste toolkit in het raamwerk draait om beoordelen. De strategieën, die in deze vierde toolkit zijn terechtgekomen, maken de grootste veranderingen in het gedrag en de prestaties van de leerlingen zichtbaar. De lespraktijk was tot nog toe steeds in beweging, maar nu zal de lespraktijk van de leerkracht weerspiegeld worden in deze laatste drie strategieën:

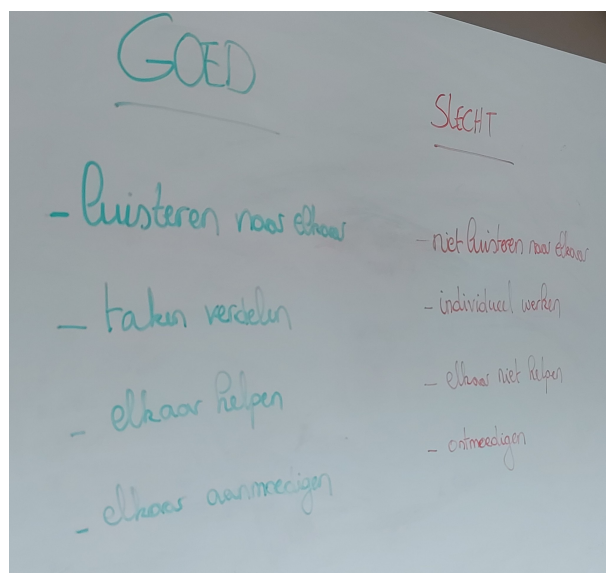
- Beoordeel wat je waardevol vindt
- Help leerlingen inzien waar ze staan en waar ze naartoe gaan
- Geef cijfers op basis van data (niet op basis van punten)

Liljedahl biedt praktische instrumenten aan om leerlinggedrag te beoordelen, zowel op vlak van competenties als op vlak van leerstof. Leerlingen raken vertrouwd met het gebruik van deze instrumenten door ervoor te kiezen om deze ook in te zetten als zelfbeoordeling. Op die manier kunnen er vergelijkbare instrumenten ingezet worden voor het verzamelen en analyseren van data om de prestaties van leerlingen te beoordelen.

3.4.1 Beoordeel wat je waardevol vindt (strategie 12)

Vorbereiding

In de aanloop naar de onderzoeksles werd bewust nagedacht over de specifieke competentie (samenwerken, doorzettingsvermogen, denkvaardigheden,...) die ik waardevol vond om te beoordelen. Gezien het feit dat in mijn reguliere wiskundelessen samenwerkingsvormen slechts in beperkte mate of in conventionele zin worden ingezet, werd besloten om binnen de opzet van dit onderzoek de focus expliciet te leggen op de ontwikkeling van samenwerkingsvaardigheden.

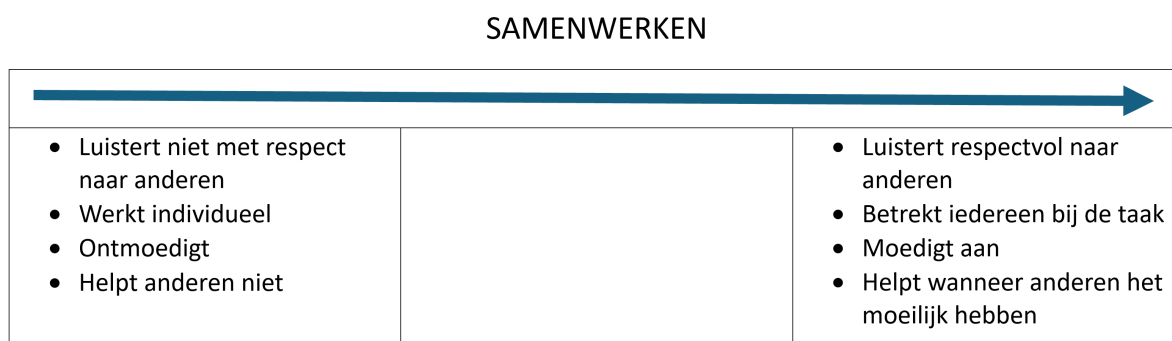


Figuur 3.6: Gedragsindicatoren opgesteld door de leerlingen voor een samenwerkingsrubric

Om deze competentie op een systematische wijze observeerbaar te maken, werd een samenwerkingsrubric ontwikkeld. Belangrijk was om deze niet louter top-down op te leggen, maar om de leerlingen zelf te betrekken in het formuleren van criteria die volgens hen bijdragen tot een constructieve samenwerking. In de les voorafgaand aan de onderzoeksles werd daarom een reflectiemoment ingebouwd. Hierbij werd op het bord twee kolommen aangebracht, met bovenaan de labels “goed” en “slecht”. De leerlingen kregen vervolgens twee gerichte vragen: “Wat bevordert een goede samenwerking?” en “Wat belemmert een goede samenwerking?”. Hun antwoorden werden verzameld en respectievelijk in de bijhorende kolommen genoteerd (figuur 3.6).

Deze werkwijze was niet enkel bedoeld om input te verzamelen, maar ook om de betrokkenheid van de leerlingen te verhogen. Door hun eigen beschrijvingen van gewenst en ongewenst gedrag mee te nemen in de evaluatiekaders, wordt de betrokkenheid van de leerlingen verhoogd en zullen ze bijgevolg waarde hechten aan dit gedrag.

Op basis van deze input stelde ik individueel een rubric op die geïnspireerd is op de structuur die Liljedahl voorstelt (figuur 3.7). Deze rubric bestaat uit drie kolommen: links wordt het niet-gewenste gedrag beschreven, rechts het wenselijke gedrag. De centrale kolom werd bewust leeg gelaten. Door bovenaan een pijl van links naar rechts te plaatsen, werd visueel gesuggereerd dat samenwerking een dynamisch proces is waarin leerlingen zich gradueel kunnen ontwikkelen van minder naar meer wenselijk gedrag.



Figuur 3.7: Samenwerkingsrubric om in te zetten tijdens de les

Concrete invulling en observaties tijdens de les

De eerder opgestelde samenwerkingsrubric werd in zesvoud afgedrukt en vóór aanvang van de les bij elke VNPO opgehangen. Op deze manier fungeerde de rubric als een visuele geheugensteun die de leerlingen op het moment van de activiteit confronteerde met hun eigen vooraf geformuleerde inzichten omtrent constructieve samenwerking.

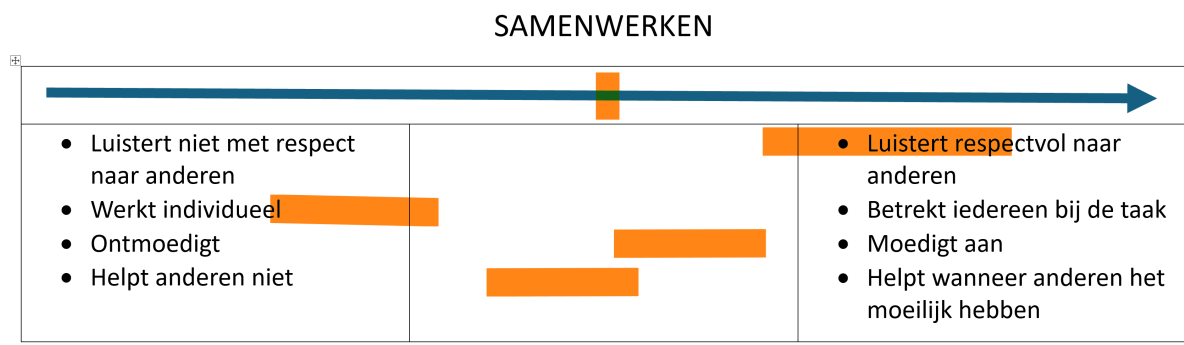
Het feit dat één leerling tijdens de les een vraag stelde over de opbouw van de rubric, duidt erop dat dit type rubric voor sommigen nog onvoldoende vertrouwd was. Dergelijke onzekerheid is kenmerkend bij introductie van dergelijke nieuwe werkvormen en er kan verwacht worden dat dit afneemt naarmate leerlingen meer vertrouwd raken met de principes en routines van dit didactisch model (Liljedahl, 2021).

De rubric was in oorsprong bedoeld om zowel als observatie-instrument tijdens de les te fungeren, alsook als reflectiekader bij het nabespreken van het samenwerkingsproces. Dankzij de driedelige structuur, gaande van niet-gewenst gedrag tot wenselijk gedrag en met een open middenzone, biedt de rubric ruimte voor differentiatie en nuance, en beschouwt samenwerking als een groeiproces.

In de praktijk bleek het echter niet haalbaar om tijdens de les systematisch observaties uit te voeren en groepjes te beoordelen aan de hand van deze rubric. Hoewel Liljedahl (2021) suggereert dat het observeren van drie willekeurige groepen per les een werkbare strategie is, bleek dit in dit geval niet zinvol. De onderzoeksles stond namelijk als op zichzelf staand experiment gepland, zonder onmiddellijke vervolglessies waarin rotatie van observatiegroepen kon worden toegepast. Hierdoor zou het beoordelingsproces ongelijk verdeeld en dus minder relevant zijn geweest.

Daarnaast was ook het zelfbeoordelingsaspect van de rubric oorspronkelijk voorzien in het lesontwerp. De bedoeling was dat elk groepje op het einde van de les met een markeerstift zou aanduiden waar zij zichzelf op de schaal van samenwerking situeren. Deze vorm van zelfevaluatie stimuleert dus ook de ontwikkeling van metacognitieve vaardigheden. Door tijdsgebrek is deze fase evenwel niet kunnen doorgaan.

Niettemin werd één ingevulde samenwerkingsrubric bewaard als illustratief voorbeeld van hoe dit instrument kan functioneren binnen een bredere implementatie van BTC (figuur 3.8). De gemarkeerde scores tonen aan hoe leerlingen worden gepositioneerd binnen het samenwerkingsproces, en kunnen, mits herhaling over meerdere lessen, richtinggevend zijn voor verdere begeleiding en interventie. Het gebruik van dergelijke rubrics verdient dan ook verdere exploratie in de context van langdurige BTC-trajecten, waarbij observatie en zelfevaluatie structureel worden ingebed in het leerproces.



Figuur 3.8: Gemarkeerde samenwerkingsrubric als beoordelingsinstrument

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Deze strategie vereist dat leraren hun evaluatiekader expliciet herdefiniëren in functie van leerdoelen die niet puur cognitief of productgericht zijn. Denkinspanningen, metacognitie en samenwerking moeten institutioneel erkend worden als valide criteria in wiskundeonderwijs.

Op beleidsniveau vraagt deze aanpak om:

- Een verschuiving van puntensystemen naar feedbackculturen;
- Integratie van procesgerichte observatietools in vakgroepen;
- Ruimte binnen leerplandoelen voor het waarderen van denkvaardigheden.

De strategie is niet vrijblijvend: ze vraagt om consistentie en transparantie in communicatie met leerlingen en collega's. Het bereiken van een gezamenlijke aanpak blijkt in de praktijk niet evident, aangezien het invoeren van innovatieve strategieën vaak botst op bestaande routines, overtuigingen en werkdruk.

3.4.2 Help leerlingen inzien waar ze staan en waar ze naartoe gaan (strategie 13)

Voorbereiding en concrete invulling

Binnen het kader van dit onderzoek was het niet haalbaar om een transparant en langdurig evaluatietraject uit te werken, zoals aanbevolen binnen het model van BTC. De evaluatiestrategieën die Liljedahl beschrijft, vereisen immers een consistente implementatie van BTC over een langere periode, waarbij zowel leerkracht als leerling vertrouwd raken met de didactische principes en evaluatieve instrumenten die eraan verbonden zijn. Evaluatie kan binnen dit model dan ook niet worden gereduceerd tot een geïsoleerd moment binnen één les, maar moet ingebed zijn in een doorlopende cyclus van formatief handelen, feedback en leerprogressie.

Om toch gedeeltelijk tegemoet te komen aan de inhoudelijke vereisten van deze strategie, werd rekening gehouden met het type evaluatie-instrument dat Liljedahl voorstelt. Concreet gaat het hierbij om een groeigericht beoordelingskader dat door de leerkracht wordt opgesteld, maar ook door de leerling zelf kan worden gehanteerd om het eigen leerproces te monitoren. In de linkerkolom van dit instrument worden de gewenste leeruitkomsten opgelijst die samen een specifieke leerstofeenheid representeren. Deze uitkomsten worden verder gedifferentieerd volgens drie complexiteitsniveaus: basis, gemiddeld en gevorderd. Hoewel dit evaluatie-instrument in de onderzoekspraktijk niet werd toegepast, werd het onderliggende principe van progressieve complexiteit wel geïntegreerd in de lesopbouw, meer bepaald via de opdeling van de *thin slicing*-opgaven in reeksen met dezelfde oplopende moeilijkheidsgraad (strategie 9, zie supra).

Omdat er dus geen summatief of formatief traject over meerdere lessen kon worden uitgewerkt, bood de les wel mogelijkheden tot informele zelf- en leerkrachtevaluatie. Aan het einde van de les konden zowel de leerlingen als de leerkracht zicht krijgen op het verwerkingsniveau dat bereikt werd, aan de hand van de oefenreeks waarin men zich bevond.

Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Hoewel deze strategie fundamenteel aansluit bij eigentijdse onderwijskundige inzichten over formatieve evaluatie, metacognitie en leerprocesgericht onderwijs (zie supra) botst de implementatie ervan in de praktijk vaak op structurele en culturele drempels binnen scholen.

In veel secundaire scholen is er sprake van een sterk verankerde puntencultuur, waarbij zowel leerkrachten, leerlingen als ouders leerwinst primair interpreteren op basis van rapportcijfers.

Formatieve evaluatie wordt in dat systeem vaak ervaren als iets wat er extra aan wordt toegevoegd.

Strategie 13 vraagt echter een paradigmaverschuiving waarbij het proces van leren, eerder dan het eindproduct, centraal staat. Deze transformatie impliceert dat leerlingen actief reflecteren over hun eigen kunnen, dat leerkrachten tijd en ruimte inbouwen voor die reflectie, en dat schoolteams hun evaluatiebeleid herschrijven in functie van leerdoelen i.p.v. eindresultaten.

Een dergelijke cultuuromslag vraagt niet alleen professionalisering en coaching van leerkrachten, maar ook duidelijke beleidskeuzes op schoolniveau. Formatieve praktijken moeten institutioneel worden gewaardeerd, zichtbaar zijn in het schoolwerkplan en gedragen worden binnen de vakgroepen. Zonder dit kader blijft de implementatie vaak beperkt tot geïsoleerde initiatieven van individuele leerkrachten.

Een tweede structureel obstakel is de permanente tijdsdruk die leerkrachten ervaren bij het realiseren van de leerplandoelen binnen het schooljaar. Het vrijmaken van tijd voor reflectieve klassengesprekken, zelfinschattingsoefeningen of diepgaande feedback staat op gespannen voet met het snel moeten afwerken van een opgelegd curriculum.

Daarbij komt dat leerkrachten in veel scholen verplicht zijn om op vaste tijdstippen punten te genereren voor rapportering. In dat kader worden lessen vaak alsnog gestuurd door de nood aan meetbare output, ten koste van leerprocesgerichte ondersteuning. Zelfs indien de leerkracht de intentie heeft om de leerlingen zicht te geven op hun leerontwikkeling, wordt die intentie ondergraven door de druk om summatieve cijfers te produceren.

Het ontbreken van de implementatie van strategie 13 binnen dit onderzoeksproject kan deels worden toegeschreven aan mijn individuele positie binnen de schoolcontext, waarbij ik (nog) geen breed gedragen of structureel verankerde rol inneem in het pedagogisch beleid.

3.4.3 Geef cijfers op basis van data (niet op basis van punten) (strategie 14)

Voorbereiding en concrete invulling

Opnieuw veronderstelt deze strategie een langdurig evaluatietraject, met als doel leerdata te verzamelen die het mogelijk maken om de leerling niet uitsluitend te beoordelen op basis van het eindproduct, maar eveneens op basis van het leerproces dat eraan voorafging. Binnen de afgebakende context van dit praktijkonderzoek bleek het dan ook niet haalbaar om het door Liljedahl voorgestelde evaluatie-instrument op een kwaliteitsvolle en systematische manier uit te testen.

Niettemin werd ter illustratie, voor het onderwerp “eerstegraadsongelijkheden in één onbekende”, een evaluatie-instrument ontwikkeld dat aansluit bij de principes van deze strategie (figuur 3.9). In dit instrument werden de gewenste leeruitkomsten expliciet opgelijst en onderverdeeld volgens drie complexiteitsniveaus (basis, gemiddeld, gevorderd), in overeenstemming met de *thin slicing*-opbouw van de opgaven (strategie 9 en 13, zie supra). Per opgave kan een symbool worden toegekend dat aangeeft in welke mate de leerling deze specifieke leeruitkomst beheerst. Deze informatie wordt vervolgens genoteerd in de evaluatietabel, waardoor zowel de leerling als de leerkracht zicht krijgt op het doorlopen leerproces.

Eerstegraadsongelijkheden in 1 onbekende	BASIS	GEMIDDELD	GEVORDERD
Herkennen van eerstegraadsongelijkheden in 1 onbekende			
Eenvoudige ongelijkheden oplossen			
De oplossingenverzameling correct voorstellen			
Ongelijkheden oplossen met negatieve coëfficiënten			
Ongelijkheden oplossen met haakjes			
Ongelijkheden oplossen met breuken			
Complexere ongelijkheden met bewerkingen aan beide zijden oplossen			
Ongelijkheden met irrationale coëfficiënten oplossen			

Figuur 3.9: Instrument voor het vastleggen van leerlingdate voor het onderwerp eerstegraadsongelijkheden in 1 onbekende

Hoewel dit instrument niet effectief werd geïmplementeerd in de klasgroep, bood het opstellen ervan een waardevol moment van reflectie op het eigen leerkrachthandelen. Het ontwikkelen van dergelijke leerlinggerichte evaluatiekaders vereist niet alleen een grondige beheersing van de leerdoelen, maar ook een structurele tijdsinvestering verspreid over het volledige schooljaar.

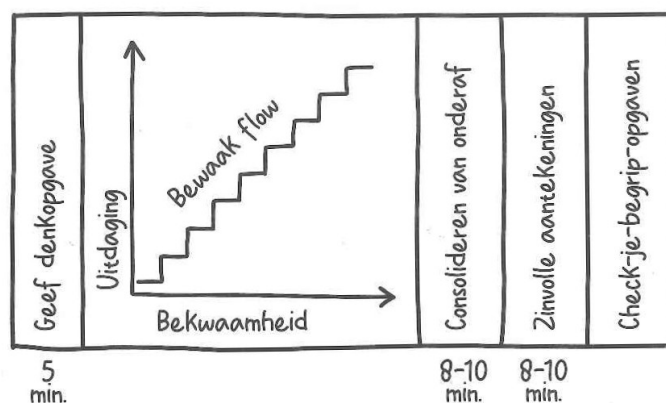
Didactische reflectie en beleidsmatige implicaties

Het is duidelijk dat het inzetten van deze laatste strategie geen losstaande praktijk kan zijn, maar een gedragen visie binnen het volledige leertraject van een leerling veronderstelt. Een succesvolle toepassing vraagt dan ook om een beleidsmatig engagement waarin ruimte wordt gemaakt voor procesgerichte evaluatie, zowel op het niveau van de individuele leerkracht als op dat van de bredere schoolcultuur. Ik verwijs hiervoor ook graag terug naar de reflectie bij strategie 13.

3.5 De geleidelijke transfer naar een denkklas - algemene discussie

Liljedahl stelt dat het sequentieel implementeren van de strategieën cruciaal is om draagvlak en consistentie op te bouwen. Deze volgorde is niet arbitrair: ze begint met het inrichten van een denkcultuur (toolkit 1), installeert dan gedragingen en gewoontes (toolkit 2), verdiept vervolgens het denken (toolkit 3), en herijkt ten slotte de evaluatie (toolkit 4). Deze opbouw zorgt ervoor dat de complexere strategieën, zoals ingedeeld in toolkit 4, pas kunnen worden toegepast wanneer een stevig fundament is gelegd.

In de praktijk blijkt echter dat deze lesvolgorde moeilijk verenigbaar is met de strakke lessentabellen in Vlaanderen. Liljedahl vertrekt van lessen van 65 minuten, waarin de strategieën uit de eerste 3 toolkits worden ondergebracht (figuur 3.10).



Figuur 3.10: Typische lesvolgorde volgens Liljedahl (lesduur 65 min.)

In het Vlaams secundair onderwijs is een standaard lesuur doorgaans beperkt tot 50 minuten. Deze discrepantie leidt tot organisatorische uitdagingen, vooral in het voorzien van voldoende tijd voor zelfreflectie en het maken van zinvolle aantekeningen. Dit knelpunt kwam ook tot uiting tijdens de uitgevoerde onderzoeksles. Hoewel het met een zorgvuldige voorbereiding en nauwgezette tijdscontrole mogelijk bleek om een gezamenlijke consolidatie te realiseren, resteerde er onvoldoende tijd om leerlingen individueel aantekeningen te laten maken, laat staan om hen verder te laten werken aan “check-je-begrip”-opgaven.

Deze vaststelling onderstreept de spanningsboog tussen enerzijds de pedagogisch-didactische principes zoals bepleit in BTC en anderzijds de praktische realiteit van het lesschema in de Vlaamse onderwijscontext. Wil men strategieën zoals formatieve zelfdocumentatie en het stimuleren van metacognitieve reflectie structureel implementeren, dan dringt zich een heroverweging op van de tijdsindeling binnen de lessen. Alternatief kan worden onderzocht hoe les overstijgende continuïteit, bijvoorbeeld via digitale platforms of terugkerende routines aan het begin van volgende lessen, deze processen alsnog zou kunnen verzekeren.

Hoofdstuk 4

Conclusie

De implementatie van BTC in het Vlaamse secundair onderwijs toont aan dat een diepgaande transformatie van klaspraktijk mogelijk is wanneer leerkrachten doelgericht inzetten op denken, eigenaarschap en samenwerking. De 14 strategieën die Liljedahl in zijn model voorstelt, bieden een structureel kader om de lespraktijk fundamenteel te hervormen, met als doel het creëren van wiskundige leerruimtes waarin denken zichtbaar, gedeeld en betekenisvol wordt.

De vier thematische toolkits die Liljedahl voorstelt, structureren deze strategieën volgens hun impact op klasdynamiek en leerklimaat. In toolkit 1 ligt de nadruk op de basisvoorwaarden voor denken: krachtige opgaven, willekeurige groepsvorming en werken aan VNPO's. Toolkit 2 richt zich op het installeren van productief gedrag en leergewoonten door o.a. het beantwoorden van enkel blijf-denken-vragen, het niet-frontaal inrichten van de klasruimte, het activeren van voorkennis, het geven van check-je-begrip-opgaven en het mobiliseren van kennis. Toolkit 3 versterkt het denkproces door het aanbieden van asynchrone hints, zinvolle aantekeningen en een consolidatie van onderaf. Toolkit 4 ten slotte, zet in op het herdenken van evaluatie, door de nadruk te verleggen van punten naar datagebaseerde inschattingen, formatieve zelfreflectie en het beoordelen van wat werkelijk waardevol wordt geacht.

Deze strategieën werden in deze masterpraktijkproef geconcretiseerd in een opstartles over eerstegraadsongelijkheden bij twee klassen derdejaars met 4u wiskunde per week. De implementatie maakte zichtbaar dat leerlingen niet alleen beter tot denken kwamen, maar ook meer verantwoordelijkheid ontwikkelden over hun leerproces. De verschuiving van uitvoerend naar denkend leren vereiste echter een nieuwe lesorganisatie, een ander observatiekader en aangepaste vormen van instructie en feedback.

Het invoeren van de eerste drie toolkits van BTC (strategieën 1 tot en met 11) kon binnen de context van dit onderzoek, mits de nodige organisatorische planning en gerichte aanpassingen, relatief vlot worden gerealiseerd. Ondanks het feit dat deze implementatie beperkt bleef tot één lesmoment, was de opbrengst merkbaar. Leerlingen ontwikkelden een groter zelfvertrouwen, er was een duidelijke vooruitgang in hun procedurele kennis, kennis werd actief gedeeld tussen peers (kennismobiliteit), en het doorzettingsvermogen nam zichtbaar toe. Deze bevindingen suggereren dat zelfs een initiële toepassing van de BTC-principes reeds significante positieve effecten kan genereren op leerlingniveau.

De implementatie van de vierde toolkit (strategie 12 t.e.m. 14), stelt daarentegen hogere eisen. Deze strategieën kunnen niet op geïsoleerde wijze worden ingevoerd, maar vereisen ondersteunende maatregelen op schoolniveau. Zo impliceert de integratie van deze strategieën een herziening van bestaande evaluatiesystemen, met aandacht voor procesgerichte en datagebaseerde rapportering. Dit betekent dat leerkrachten niet alleen nood hebben aan tijd, maar ook aan professionele ondersteuning in het ontwikkelen van observatie-instrumenten, het hanteren van alternatieve feedbackstrategieën, en het herpositioneren van hun rol: van loutere kennisoverdragers naar begeleiders van denk- en leerprocessen.

Een volwaardige en duurzame implementatie van BTC vraagt bovendien om leerplannen die flexibiliteit toestaan in tempo en focus, zodat de diepgang van denken niet wordt opgeofferd aan doorlooptijd. De denkklas vormt immers niet louter een didactische innovatie, maar vertegenwoordigt een bredere pedagogische visie die inzet op de wiskundige geletterdheid, zelfstandigheid en het eigenaarschap van toekomstige generaties leerlingen.

De reflecties in deze masterproef bevestigen dat Building Thinking Classrooms niet kan worden gereduceerd tot een reeks geïsoleerde technieken. Het betreft een fundamentele pedagogische visie, waarvan het succes afhankelijk is van structurele randvoorwaarden, gedeeld teambeleid en doordachte tijdsinvesteringen. Dit onderzoek vormt dan ook geen voltooid proces, maar eerder een startpunt voor verdere verkenning, implementatie en professionalisering binnen het wiskundeonderwijs.

Literatuurlijst

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.), (2001).** A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. *Longman*.
- Beilock, S. L., & Goldin-Meadow, S., (2010).** Gesture changes thought by grounding it in action. *Psychological Science*, 21(11), 1605–1610.
- Biggs, J., & Tang, C., (2011).** Teaching for Quality Learning at University (4th ed.). *McGraw-Hill*.
- Black, P., & Wiliam, D., (1998).** Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139–148.
- Black, P., & Wiliam, D., (2009).** Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31.
- Bruner, J. S., (1961).** The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.
- Bruner, J. S., (1966).** Toward a theory of instruction. *Harvard University Press*.
- Clark, A., (2008).** Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension. *Oxford University Press*.
- Csikszentmihalyi, M., (1990).** Flow: The psychology of optimal experience. *Harper & Row*.
- Dawson, P., & Guare, R., (2019).** Executieve functies bij kinderen en adolescenten. *Hogrefe*.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M., (2000).** The “what” and “why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Masui, C., (2004).** Powerful learning environments in the classroom: A psychological and educational perspective. *Belgian Journal of Psychology*, 2004(4), 365–384.
- Departement Onderwijs & Vorming., (2023).** Onderwijsdoelen secundair onderwijs.
- Dewey, J., (1938).** Experience and education. *Kappa Delta Pi*.
- Dochy, F., Segers, M., & Sluijsmans, D. (2006).** The use of self-, peer and co-assessment in higher education: A review. *Studies in Higher Education*, 24(3), 331–350.

-
- Drok, H., Kneyber, R., & Devid, V., (2024).** ReguLEER! Een pedagogisch-didactische verkenning van zelfregulerend leren. *Telos*.
- Gijbels, D., Van de Watering, G., Dochy, F., Van den Bossche, P., (2005).** The relationship between students' approaches to learning and the assessment of learning outcomes. *European journal of psychology of education*, 20(12), 327-341.
- Hargreaves, A., (2003).** Teaching in the knowledge society: Education in the age of insecurity. *Teachers' College Press*.
- Inspectie van Onderwijs., (2025).** Onderwijsspiegel: Jaarlijks rapport van de onderwijsinspectie. *Vlaamse Overheid*.
- Katholiek Onderwijs Vlaanderen. (2018).** Zin in leren! Zin in leven! *Leerplan secundair onderwijs*.
- Liljedahl, P., (2021).** Building thinking classrooms in mathematics, grades K–12: 14 teaching practices for enhancing learning. *Corwin Press inc.*.
- Loewenstein, G., (1994).** The psychology of curiosity: A review and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116(1), 75–98.
- Mayer, R. E., (2002).** Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice*, 41(4), 226–232.
- Onderwijs Vlaanderen, (2018).** Referentiekader voor onderwijskwaliteit. *Onderwijsinspectie*.
- Peper, E. & Lin, I., (2012)** Increase or decrease depression: How body postures influence your energy level. *Biofeedback*, 40(3), 125-130.
- Sadler, D. R., (1989).** Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2), 119–144.
- Slavin, R. E., (1996).** Research on cooperative learning and achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), 43–69.
- Slot, W., Van Aken, M., (2019).** Psychologie van de adolescentie. *ThiemeMeulenhoff*.
- Smith, M. S., & Stein, M. K., (2018).** 5 Practices for Orchestrating Productive Mathematics Discussions. *NCTM*.
- Soenens, B., Sierens, E., Vansteenkiste, M., Dochy, F., & Goossens, L., (2011).** Psychologically controlling teaching: Examining outcomes, antecedents, and mediators. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 108–120.
- Sweller, J., (1988).** Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.

-
- Tajfel, H., & Turner, J. C., (1979).** An integrative theory of intergroup conflict. In *W. G. Austin & S. Worchel, The social psychology of intergroup relations*, 33–47.
- Thornburg, D., (2013).** From the Campfire to the Holodeck: Creating Engaging and Powerful 21st Century Learning Environments. *Jossey-Bass*.
- Tomlinson, C. A., (2014).** The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners. *ASCD*.
- Tomlinson, C. A., (2017).** How to Differentiate Instruction in Academically Diverse Classrooms. *ASCD*.
- Valcke, M., (2019).** Onderwijskunde als ontwerpwetenschap. *Acco*.
- Valcke, M., (2023).** Krachtig voor de klas. Je onderwijs succesvol afstemmen op diverse doelgroepen. *Owl Press*.
- Valcke, M., De Craene, B., (2024).** Leerkracht in actie. Word manager van je klas in je school. *Owl Press*.
- Van Hove, G., Mortier, K., De Schauwer, E., Van de Putte, I., (2010).** Inclusief onderwijs in de praktijk. *Garant*.
- Vansteenkiste, M., Simons, J., Lens, W., Sheldon, K. M., & Deci, E. L., (2004).** Motivating learning, performance, and persistence: The synergistic effects of intrinsic goal contents and autonomy-supportive contexts. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(2), 246–260.
- Vansteenkiste, M., Simons, J., Lens, W., & Soenens, B., (2004).** De kwaliteit van motivatie telt: over het promoten van intrinsieke doelen op een autonomieondersteunende wijze. *Nederlands Tijdschrift voor de psychologie*, 59, 119–131.
- Vansteenkiste, M., & Soenens, B., (2017).** Vitamines voor groei. *Acco*.
- Vansteenkiste, M., & Soenens, B., (2025).** Het ABC van motivatie in onderwijs. *Lannoo Campus*.
- Vermunt, J. D., (1996).** Metacognitive, cognitive and affective aspects of learning styles and strategies: A phenomenographic analysis. *Higher Education*, 31, 25–50.
- Vermunt, J. D., (1998).** The regulation of constructive learning processes. *British Journal of Educational Psychology*, 68(2), 149–171.
- Vermunt, J. D., & Verloop, N., (1999).** Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and Instruction*, 9(3), 257–280.

-
- Vlaams Ministerie van Onderwijs en Vorming., (2018).** Besluit van de Vlaamse Regering betreffende de basiscompetenties van de leraren. *Belgisch Staatsblad*, 4 juli 2018.
- Vygotsky, L., (1978).** Mind in society: The development of higher psychological processes. *Harvard University Press*.
- Wiliam, D., (2011).** Embedded Formative Assessment. *Solution Tree Press*.
- Wilson, V., & Peper, E., (2004)** The effects of upright and slumped postures on the recall of positive and negative thoughts. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 29(3), 189-195.

Bijlagen

Bijlage 1: Lesvoorbereidingen

Lesvoorbereidingsformulier 2024 - 2025

Stageplaats: Atheneum Aalst
Nummer van de stages: Onderzoekles MPP

Persoonlijke leerdoelen voor deze les:

- Volgen van de 14 strategieën voor een les BTC
- Evenwicht proberen te handhaven tussen verveling en frustratie bij de lln
- Niet te behulpzaam zijn en indien er vragen komen, trachten deze te beantwoorden zodat lln blijven denken

1. ADMINISTRatieve RUBRIEK

- Naam van de student: Christel Bombeeck
- Educatieve Master: Wetenschappen en technologie
- Naam van de mentor / stageleider: stagementor mevr. Macharis – vakmentor mevr. Schelfhout
- School en adres: Atheneum Aalst – Campus Bauwensplein – Bauwensplein 13 – 9300 Aalst
- Klas en studierichting: 3 Humane Wetenschappen (3HUWE1)
- Leervak: Wiskunde - Algebra
- Aantal leerlingen/studenten/cursisten: 17
- Datum: 07/05/2025
- Lokaal: B21
- Lesuur: 3^e lesuur (10u20 – 11u10)

LESONDERWERP

Eerstegraadsongelijkheden in 1 onbekende algebraïsch oplossen

2. LEERPLANDOELSTELLINGEN + NUMMERS LEERPLAN

BV2_06.10

De leerlingen lossen eerstegraadsvergelijkingen en -ongelijkheden in één onbekende algebraïsch en grafisch op.

BV2_06.20

De leerlingen beargumenteren wiskundige redeneringen en maken daarbij ook gebruik van eigenschappen of van een tegenvoorbeeld

3. BEGINSITUATIE (van leerlingen/studenten/cursisten, leeromgeving...)

- De leerlingen kunnen eerstegraadsvergelijkingen in 1 onbekende algebraïsch oplossen – de toets over dit onderdeel was in het algemeen niet goed in de klas, waardoor het opportuun is om bij de ongelijkheden opnieuw vanuit de basis te starten.
- De leerlingen kennen de eigenschappen van de orde in IR
- De leerlingen kennen de verenigbaarheid van de optelling en de vermenigvuldiging met de orde in IR
- De leerlingen zijn nog niet vertrouwd met de lespraktijk 'Building Thinking Classrooms', dit is de eerste keer dat ze hiermee kennismaken

4. LESDOELSTELLINGEN

- De leerlingen werken goed samen in de groepjes
- De leerlingen werken zoveel mogelijk autonoom, zonder te veel hulp van de leerkracht
- Alle leerlingen kunnen de basisopgaven oplossen, de helft van de leerlingen de gemiddelde opgaven

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
Vooraf		<u>Klasopstelling</u> De Ik zorgt voor 6 werkplekken (verticale whiteboards) zodat lln per 3 (of 2) aan 1 werkplek kunnen staan. Op elke whiteboards schrijft de Ik een nummer van 1 t/m 6 Aan elke whiteboard hangt de Ik een samenwerkingsrubric (deze werd vooraf samen met de leerlingen opgesteld) De Ik groepeerde de tafels in willekeurige richtingen. <u>Vorbereiding</u> De Ik neemt uit een boek speelkaarten de kaarten 1 t/m 6 (3 soorten voor de kaarten 1 t/m 5 en 2 soorten voor de kaart 6, zodat er in totaal 17 kaarten (= aantal leerlingen) in de overgebleven stapel zitten. De Ik projecteert de afspraken bij deze lespraktijk (de leerlingen zijn deze werkwijze niet gewoon). <u>Lesverloop</u> De les verloopt volgens de 14 strategieën van BTC. <u>Inleiding</u> <i>Denkoptave via OLG volgens BTC</i> De lln stellen zich allemaal recht rond het instructiebord van de Ik. Lk: Ik heb een getal in mijn hoofd. Ik geef jullie een hint en jullie raden wat dit getal is. De hint is: als ik mijn getal verdubbel en er daarna 3 bij optel, is de uitkomst 15. Steek je duim omhoog als je het getal weet. Lln: steken hun duim omhoog en bij voldoende duimen, kan 1 ll antwoorden "6"		
0'	Krijtbord			

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
6' 10u26		De Ik schrijft aan bord de vergelijking die zonet mondeling is gegeven en herhaalt ook hoe dit wordt genoteerd in een oplossingenverzameling (bestaat uit 1 element) Lk: Ik heb een nieuw getal in mijn hoofd. Als ik dit getal verdubbel en ik tel er 3 bij op, dan is de uitkomst groter dan 11. Steek je duim omhoog als je het getal weet. Lln zijn waarschijnlijk wat verward. Lk vraagt of ze een getal kunnen zeggen dat aan die voorwaarde voldoet. Er zouden meerdere antwoorden moeten komen (eventueel verder doorvragen). De Ik schrijft aan bord de ongelijkheid die zonet mondeling is gegeven. Als we de ongelijkheid oplossen zoals we een vergelijking oplossen, krijgen we de oplossingen voor x Besluit: er zijn oneindig veel oplossingen voor x, zolang x maar groter is dan 4. Lk: weet er nog iemand hoe we die verzameling noteren? Lln antwoorden, Ik schrijft de oplossingenverzameling aan het bord. <i>Verwervingsfase (in stand houden van de 'flow')</i> <i>Thin Slicing opgaven volgens BTC – denkopgaven in teams oplossen</i> Lk geef aan iedereen een speelkaart. De leerlingen gaan bij desbetreffende werkplek (whiteboard) staan. De lln worden dus per 3 of per 2 ingedeeld. De Ik geeft de eerste reeks oefeningen (basis) en geeft de opdracht om deze samen op te lossen.	$2x + 3 = 15$ $\Leftrightarrow x = 6$ $V = \{6\}$ $2x + 3 > 11$ $\Leftrightarrow 2x > 11 - 3$ $\Leftrightarrow 2x > 8$ $\Leftrightarrow x > 4$ $\Leftrightarrow x = 5$ of $x = 10$ of $x = 100$ enz $V =]4, +\infty[$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
		LIn gaan aan het werk aan de whitboards. Lk waakt er voldoende over dat de leerlingautonomie zo goed mogelijk behouden blijft en opzettelijk minder behulpzaam te zijn: - Opletten voor nabijheidsvragen (niet meteen naar groepjes toestappen) - Opletten voor stop-met-denken(vragen) Lk beantwoordt de vragen zoveel mogelijk op een manier dat de leerlingen blijven denken. - Dat is interessant, vind je ook niet? - Valt je nog iets anders op? - Kun je me laten zien hoe je dat hebt gedaan? - Klopt dat altijd? - Hoe denk je dat dat komt? - Weet je het zeker? - Klinkt dat logisch? - Waarom probeer je niet een andere aanpak? - Vraag je me dat of vertel je me dat? Lk geeft wel hints, indien een groepje echt vast komt te zitten. Lk probeert evenwicht te vinden tussen verveling en frustratie, zodat lIn in de flow blijven. Lk omcirkelt interessante zaken, waarbij de instructie wordt gegeven dat lIn dat niet mogen wegvegen. De lK verzamelt data per opgave en per lIn en noteert dit ook met symbolen: V kennis die individueel wordt getoond S kennis die individueel wordt getoond maar een stom foutje bevat H kennis die individueel wordt getoond, maar met hulp van de leraar of een klasgenoot G kennis die wordt getoond binnen het groepje X vragen die fout beantwoord zijn N vragen die niet beantwoord zijn	OPGAVEN BASIS: Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR a) $2x - 1 > x + 2$ b) $4x - \frac{3}{5} \leq 0$ c) $-2x + 8 \leq 3 - x$ d) $5x - 2 - x \geq 7x - 8$ e) $9t - 42 > -102 - t$ a) $2x - 1 > x + 2$ $\Rightarrow 2x - x > 2 + 1$ $\Rightarrow x > 3$ $V =]3, +\infty[$ b) $4x - \frac{3}{5} \leq 0$ $\Rightarrow 4x \leq \frac{3}{5}$ $\Rightarrow x \leq \frac{3}{20}$ $V =]-\infty, \frac{3}{20}]$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groepeeringsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
			c) $-2x + 8 \leq 3 - x$ $\Leftrightarrow -2x + x \leq 3 - 8$ $\Leftrightarrow \boxed{-x \leq -5}$ $\Leftrightarrow \boxed{x \geq 5}$ 3 $V =]5, +\infty[$ d) $5x - 2 - x \geq 7x - 8$ $\Leftrightarrow 5x - x - 7x \geq -8 + 2$ $\Leftrightarrow -3x \geq -6$ $\Leftrightarrow x \leq 2$ $V =]-\infty, 2]$ e) $9t - 42 > -102 - t$ $\Leftrightarrow 9t + t > -102 + 42$ $\Leftrightarrow 10t > -60$ $\Leftrightarrow t > -6$ $V =]-6, +\infty[$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
		Wanneer de basisopgaven vlot lukken, kan de lk beslissen om een groepje te laten starten aan de gemiddelde opgaven (verveling vermijden, Iln moeten in de flow blijven) Lk hanteert dezelfde strategieën als bij de basisopgaven.	OPGAVEN GEMIDDELD: Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR a) $2(x+1) > -2$ b) $15(x+4) < 10(1-x)$ c) $8(3x-6) \leq 8x+3(6x-2)$ d) $3(x-4) > 2x+\sqrt{3}$ e) $\frac{x}{3}-5 \leq \frac{x}{2}+7$ a) $2x+2 > -2$ $\Leftrightarrow 2x > -2-2$ $\Leftrightarrow 2x > -4$ $\Leftrightarrow x > -2$ $V =]-2, +\infty[$ b) $15(x+4) < 10(1-x)$ $\Leftrightarrow 15x+60 < 10-10x$ $\Leftrightarrow 15x+10x < 10-60$ $\Leftrightarrow 25x < -50$ $\Leftrightarrow x < -2$ $V =]-\infty, -2[$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
			c) $8(3x-6) \leq 8x+3(6x-2)$ $\Leftrightarrow 24x-48 \leq 8x+18x-6$ $\Leftrightarrow 24x-8x-18x \leq -6+48$ $\Leftrightarrow -2x \leq 42$ $\Leftrightarrow x \geq 21 \quad V=[21, +\infty[$ d) $3(x-4) > 2x+\sqrt{3}$ $\Leftrightarrow 3x-12 > 2x+\sqrt{3}$ $\Leftrightarrow 3x-2x > \sqrt{3}+12$ $\Leftrightarrow x > \sqrt{3}+12$ $V=]\sqrt{3}+12, +\infty[$ e) $\frac{x}{3}-5 \leq \frac{x}{2}+7$ $\Leftrightarrow \frac{2x}{6}-\frac{30}{6} \leq \frac{3x}{6}+\frac{42}{6}$ $\Leftrightarrow 2x-30 \leq 3x+42$ $\Leftrightarrow 2x-3x \leq 42+30$ $\Leftrightarrow -x \leq 72$ $\Leftrightarrow x \geq -72 \quad V=[-72, +\infty[$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
		Voor de groepjes waarbij de gemiddelde opgaven ook vlot lukken, geeft de lk de gevorderde opgaven. Lk hanteert dezelfde strategieën als bij de basisopgaven.	OPGAVEN GEVORDERD: Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR a) $\frac{1}{4}(5x+3) > -\frac{1}{2}(x-5)$ b) $-\frac{3x}{4} + 1 \geq \frac{x-4}{2}$ c) $\frac{x+2}{4} - \frac{4x-3}{8} < x-1$ d) $2x+3\left(x-\frac{5}{4}\right) \geq \frac{2}{3} - \frac{1}{3}(x-2)$ e) $\sqrt{8x} + \sqrt{72} \leq \sqrt{18x} - \sqrt{50}$ a) $\frac{1}{4}(5x+3) > -\frac{1}{2}(x-5)$ $\Leftrightarrow \frac{5}{4}x + \frac{3}{4} > -\frac{1}{2}x + \frac{5}{2}$ $\Leftrightarrow \frac{5}{4}x + \frac{3}{4} > -\frac{2}{4}x + \frac{10}{4}$ $\Leftrightarrow 5x + 3 > -2x + 10$ $\Leftrightarrow 5x + 2x > 10 - 3$ $\Leftrightarrow 7x > 7$ $V_z] 1, +\infty[$ $\Leftrightarrow x > 1$ b) $-\frac{3x}{4} + 1 \geq \frac{x-4}{2}$ $\Leftrightarrow -\frac{3x}{4} + \frac{4}{4} \geq \frac{2(x-4)}{4}$ $\Leftrightarrow -3x + 4 \geq 2x - 8$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
			$\Leftrightarrow -3x - 2x \geq -8 - 4$ $\Leftrightarrow -5x \geq -12$ $\Leftrightarrow x \leq \frac{12}{5} \quad V =]-\infty, \frac{12}{5}]$ $c) \frac{x+2}{4} - \frac{4x-3}{8} < x-1$ $\Leftrightarrow \frac{2(x+2)}{8} - \frac{4x-3}{8} < \frac{8(x-1)}{8}$ $\Leftrightarrow 2x+4 - (4x-3) < 8x-8$ $\Leftrightarrow 2x+4-4x+3 < 8x-8$ $\Leftrightarrow 2x-4x-8x < -8-4-3$ $\Leftrightarrow -10x < -15$ $\Leftrightarrow x > \frac{3}{2} \quad V =]\frac{3}{2}, +\infty[$ $d) 2x+3(x-\frac{5}{4}) \geq \frac{2}{3} - \frac{1}{3}(x-2)$ $\Leftrightarrow 2x+3x - \frac{15}{4} \geq \frac{2}{3} - \frac{1}{3}x + \frac{2}{3}$ $\Leftrightarrow \frac{24x}{12} + \frac{36x}{12} - \frac{45}{12} \geq \frac{8}{12} - \frac{4}{12}x + \frac{8}{12}$ $\Leftrightarrow 24x+36x-45 \geq 8-4x+8$ $\Leftrightarrow 24x+36x+4x \geq 8+8+45$ $\Leftrightarrow 64x \geq 71$ $\Leftrightarrow x \geq \frac{71}{64}$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
32' 40/52		Verwerkingsfase (consolidatie van de les) <i>Begeleide galeriewandeling volgens BTC</i> De lk vraagt aan iedereen om rond haar te komen staan. De lk doet een galeriewandeling naar de whiteboards waar er iets omcirkelt staat (genummerd) De lk start bij de eerste en vraagt aan de ln waarom het interval op deze manier is genoteerd (zowel wat betreft onder- en bovengrens als voor de haakjes). Lk duidt een ll aan (niet een ll van dit groepje): x is een getal groter dan 3, dus alle getallen van 3 tot +oneindig. 3 is niet inbegrepen door het ongelijkheidsteken. De lk gaat met de ln naar het bord met de tweede aanduiding en vraagt hetzelfde als bij "1". Lk duidt een ll aan (niet een ll van dit groepje): x is kleiner of gelijk aan $3/20$, dus alle getallen van - oneindig tot en met $3/20$. $3/20$ is inbegrepen, daarom staat daar het haakje naar binnen gekeerd. De lk gaat met de ln naar het bord met de derde aanduiding en vraagt aan de ln wat er hier voor interessants te zien is. Ll: het ongelijkheidsteken is omgedraaid Lk: is dit correct? Ll: ja Lk: waarom moet dit omdraaien? Ll: Beide leden worden gedeeld door een negatief getal, dan draait de orde om. Lk gaat naar het bord met de vierde aanduiding. Lk: dit is de start van oefening b, wat zien we hier? Ll: de haakjes worden uitgewerkt. Lk: hoe doen we dat? Ll: we passen de distributiviteit toe.	① ② ③ ④	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
32'		De Ik gaat naar het bord met de vijfde aanduiding. Lk: wat gebeurt hier? Li: de breuken zijn weg Lk: hoe doen we dat? Li: door op gelijke noemer te zetten (KGV) en dan elke term te vermenigvuldigen met deze noemer Eventueel kan er nog stilgestaan worden bij aanduiding "6" (als er een groepjes zover is geraakt). Lk legt de nadruk op het minteken voor de grote breukstreep. Bij de galeriewandeling gebeurt de consolidatie van de les van onderaf. Lk let erop dat bij de eerste aanduidingen meer tijd wordt besteed, zodat iedereen hier zeker mee is. Bij de latere aanduidingen (waarbij de opgaven moeilijker worden) kan vlugger worden overgegaan.	⑤ ⑥	
40'	<i>MU</i>	<u>Tweede verwerkingsfase (aantekeningen maken)</u> <i>Individueel werk op een vooraf opgesteld structuurblad volgens BTC</i> De lln mogen aan de banken gaan zitten en iets nemen om te schrijven. De Ik deelt aan elke ll een structuurblad uit en vraagt om voor zichzelf aantekeningen te maken van de les. Dit structuurblad heeft al een paar zaken die belangrijk zijn om de lln te helpen (ze zijn niet gewoon om voor zichzelf notities te maken). Indien hiervoor onvoldoende tijd overblijft, kan de Ik hier aan verder werken in de volgende les.	Zie bijlage	

6. SCHEMA'S (bord, transparant,...)	
Inleiding aan het instructiebord: krijtbord van de Ik	
De denkopgaven van de IIn aan hun eigen werkplek (per groepje aan een whitboard)	
7. OVERZICHT VAN BIJLAGEN (o.a. media)	
- Samenwerkingsrubric (in de les ervoor, samen met de IIn opgesteld) - Structuurblad om aantekeningen te maken	
8. BRONNEN	
- Building Thinking Classrooms in mathematics – Peter Liljedahl (boek) - Building Thinking Classroom (NL) - website - VBTL – 3 doorstroom – getallen – eerstegraadsfuncties – analytische meetkunde (deel 3: Eerstegraadsvergelijkingen en -ongelijkheden) - Pienter – 3 doorstroom	

Lesvoorbereidingsformulier 2024 - 2025

Stageplaats: Atheneum Aalst

Nummer van de stageles: Onderzoeksles MPP

Persoonlijke leerdoelen voor deze les:

- Volgen van de 14 strategieën voor een les BTC
- Evenwicht proberen te handhaven tussen verveling en frustratie bij de lln
- Niet te behulpzaam zijn en indien er vragen komen, trachten deze te beantwoorden zodat lln blijven denken

1. ADMINISTRatieve RUBRIEK

- Naam van de student: Christel Bombeeck
- Educatieve Master: Wetenschappen en technologie
- Naam van de mentor / stageleider: stagementor mevr. Macharis – vakmentor mevr. Schelfhout
- School en adres: Atheneum Aalst – Campus Bauwensplein – Bauwensplein 13 – 9300 Aalst
- Klas en studierichting: 3 Economische wetenschappen (3ECWE2) – 3 Latijn (3LATN2) – 3 Natuurwetenschappen (3NAWE3)
- Leervak: Wiskunde - Algebra
- Aantal leerlingen/studenten/cursisten: 17
- Datum: 07/05/2025
- Lokaal: B21
- Lesuur: 4^e lesuur (11u10 – 12u00)

LESONDERWERP

Eerstegraadsongelijkheden in 1 onbekende algebraïsch oplossen

2. LEERPLANDOELSTELLINGEN + NUMMERS LEERPLAN

BV2_06.10

De leerlingen lossen eerstegraadsvergelijkingen en -ongelijkheden in één onbekende algebraïsch en grafisch op.

BV2_06.20

De leerlingen beargumenteren wiskundige redeneringen en maken daarbij ook gebruik van eigenschappen of van een tegenvoorbeeld

3. BEGINSITUATIE (van leerlingen/studenten/cursisten, leeromgeving,...)

- De leerlingen kunnen eerstegraadsvergelijkingen in 1 onbekende algebraïsch oplossen – de toets over dit onderdeel was in het algemeen niet goed in de klas, waardoor het opportuun is om bij de ongelijkheden opnieuw vanuit de basis te starten.
- De leerlingen kennen de eigenschappen van de orde in IR
- De leerlingen kennen de verenigbaarheid van de optelling en de vermenigvuldiging met de orde in IR
- De leerlingen zijn nog niet vertrouwd met de lespraktijk 'Building Thinking Classrooms', dit is de eerste keer dat ze hiermee kennismaken

4. LESDOELSTELLINGEN

- De leerlingen werken goed samen in de groepjes
- De leerlingen werken zoveel mogelijk autonoom, zonder te veel hulp van de leerkracht
- Alle leerlingen kunnen de basisopgaven oplossen, de helft van de leerlingen de gemiddelde opgaven
-

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
Vooraf		<u>Klasopstelling</u> De lk zorgt voor 6 werkplekken (verticale whiteboards) zodat lln per 3 (of 2) aan 1 werkplek kunnen staan. Op elke whiteboards schrijft de lk een nummer van 1 t/m 6 Aan elke whiteboard hangt de lk een samenwerkingsrubric (deze werd vooraf samen met de leerlingen opgesteld) De lk groepeerde de tafels in willekeurige richtingen. <u>Voorbereiding</u> De lk neemt uit een boek speelkaarten de kaarten 1 t/m 6 (3 soorten voor de kaarten 1 t/m 5 en 2 soorten voor de kaart 6, zodat er in totaal 17 kaarten (= aantal leerlingen) in de overgebleven stapel zitten. De lk projecteert de afspraken bij deze lespraktijk (de leerlingen zijn deze werkwijze niet gewoon). <u>Lesverloop</u> De les verloopt volgens de 14 strategieën van BTC. <u>Inleiding</u> <i>Denk op gave via OLG volgens BTC</i> De lln stellen zich allemaal recht rond het instructiebord van de lk. Lk: Ik heb een getal in mijn hoofd. Ik geef jullie een hint en jullie raden wat dit getal is. De hint is: als ik mijn getal verdubbel en er daarna 3 bij optel, is de uitkomst 15. Steek je duim omhoog als je het getal weet. Lln: steken hun duim omhoog en bij voldoende duimen, kan 1 ll antwoorden "6"		

Timing	Bord- schema	Leerlindeactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
6' MUG		De lk schrijft aan bord de vergelijking die zonet mondeling is gegeven en herhaalt ook hoe dit wordt genoteerd in een oplossingenverzameling (bestaat uit 1 element) Lk: Ik heb een nieuw getal in mijn hoofd. Als ik dit getal verdubbel en ik tel er 3 bij op, dan is de uitkomst groter dan 11. Steek je duim omhoog als je het getal weet. LIn zijn waarschijnlijk wat verward. Lk vraagt of ze een getal kunnen zeggen dat aan die voorwaarde voldoet. Er zouden meerdere antwoorden moeten komen (eventueel verder doorvragen). De lk schrijft aan bord de ongelijkheid die zonet mondeling is gegeven. Als we de ongelijkheid oplossen zoals we een vergelijking oplossen, krijgen we de oplossingen voor x Besluit: er zijn oneindig veel oplossingen voor x, zolang x maar groter is dan 4. Lk: weet er nog iemand hoe we die verzameling noteren? LIn antwoorden, lk schrijft de oplossingenverzameling aan het bord. Verwervingsfase (in stand houden van de 'flow') <i>Thin Slicing opgaven volgens BTC – denkopgaven in teams oplossen</i> Lk geef aan iedereen een speelkaart. De leerlingen gaan bij desbetreffende werkplek (whiteboard) staan. De lIn worden dus per 3 of per 2 ingedeeld. De lk geeft de eerste reeks oefeningen (basis) en geeft de opdracht om deze samen op te lossen.	$2x + 3 = 15$ $\Leftrightarrow x = 6$ $V = \{6\}$ $2x + 3 > 11$ $\Leftrightarrow 2x > 11 - 3$ $\Leftrightarrow 2x > 8$ $\Leftrightarrow x > 4$ $V =]4, +\infty[$ $\Leftrightarrow x = 5$ of $x = 10$ of $x = 100$ enz	

Timing	Bord- schema	Leerlnaactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groepeeringsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
		Lln gaan aan het werk aan de whiteboards. Lk waakt er voldoende over dat de leerlingautonomie zo goed mogelijk behouden blijft en opzettelijk minder behulpzaam te zijn: - Opletten voor nabijheidsvragen (niet meteen naar groepjes toestappen) - Opletten voor stop-met-denken)vragen Lk beantwoordt de vragen zoveel mogelijk op een manier dat de leerlingen blijven denken. - Dat is interessant, vind je ook niet? - Valt je nog iets anders op? - Kun je me laten zien hoe je dat hebt gedaan? - Klopt dat altijd? - Hoe denk je dat dat komt? - Weet je het zeker? - Klinkt dat logisch? - Waarom probeer je niet een andere aanpak? - Vraag je me dat of vertel je me dat? Lk geeft wel hints, indien een groepje echt vast komt te zitten. Lk probeert evenwicht te vinden tussen verveling en frustratie, zodat lln in de flow blijven. Lk omcirkelt interessante zaken, waarbij de instructie wordt gegeven dat lln dat niet mogen wegvegen. De lk verzamelt data per opgave en per ll en noteert dit ook met symbolen: V kennis die individueel wordt getoond S kennis die individueel wordt getoond maar een stom foutje bevat H kennis die individueel wordt getoond, maar met hulp van de leraar of een klasgenoot G kennis die wordt getoond binnen het groepje X vragen die fout antwoord zijn N vragen die niet antwoord zijn	OPGAVEN BASIS: Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR a) $2x - 1 > x + 2$ b) $4x - \frac{3}{5} \leq 0$ c) $-2x + 8 \leq 3 - x$ d) $5x - 2 - x \geq 7x - 8$ e) $9t - 42 > -102 - t$ a) $2x - 1 > x + 2$ $\Rightarrow 2x - x > 2 + 1$ $\Rightarrow x > 3$ $V =]3, +\infty[$ b) $4x - \frac{3}{5} \leq 0$ $\Rightarrow 4x \leq \frac{3}{5}$ $\Rightarrow x \leq \frac{3}{20}$ $V =]-\infty, \frac{3}{20}]$	

Timing	Bord- schema	Leerliniactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leernhouden	Zelfevaluatie
			c) $-2x + 8 \leq 3 - x$ $\Leftrightarrow -2x + x \leq 3 - 8$ $\Leftrightarrow \boxed{-x \leq -5}$ $\Leftrightarrow \boxed{x \geq 5}$ $V =]5, +\infty[$ $\textcircled{3}$ d) $5x - 2 - x > 7x - 8$ $\Leftrightarrow 5x - x - 7x > -8 + 2$ $\Leftrightarrow -3x > -6$ $\Leftrightarrow x < 2$ $V =]-\infty, 2[$ e) $9t - 42 > -102 - t$ $\Leftrightarrow 9t + t > -102 + 42$ $\Leftrightarrow 10t > -60$ $\Leftrightarrow t > -6$ $V =]-6, +\infty[$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groepeeringsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
		Wanneer de basisopgaven vlot lukken, kan de lk beslissen om een groepje te laten starten aan de gemiddelde opgaven (verveling vermijden, Iln moeten in de flow blijven) Lk hanteert dezelfde strategieën als bij de basisopgaven.	OPGAVEN GEMIDDELD: Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR a) $2(x+1) > -2$ b) $15(x+4) < 10(1-x)$ c) $8(3x-6) \leq 8x+3(6x-2)$ d) $3(x-4) > 2x+\sqrt{3}$ e) $\frac{x}{3}-5 \leq \frac{x}{2}+7$ a) $2x+2 > -2$ $\Leftrightarrow 2x > -2-2$ $\Leftrightarrow 2x > -4$ $\Leftrightarrow x > -2$ $V =]-2, +\infty[$ b) $15(x+4) < 10(1-x)$ $\Leftrightarrow 15x+60 < 10-10x$ $\Leftrightarrow 15x+10x < 10-60$ $\Leftrightarrow 25x < -50$ $\Leftrightarrow x < -2$ $V =]-\infty, -2[$	

Timing	Bord- schema	Leerliniactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
			c) $8(3x-6) \leq 8x+3(6x-2)$ $\Leftrightarrow 24x - 48 \leq 8x + 18x - 6$ $\Leftrightarrow 24x - 8x - 18x \leq -6 + 48$ $\Leftrightarrow -2x \leq 42$ $\Leftrightarrow x \geq 21 \quad V = [21, +\infty[$ d) $3(x-4) > 2x + \sqrt{3}$ $\Leftrightarrow 3x - 12 > 2x + \sqrt{3}$ $\Leftrightarrow 3x - 2x > \sqrt{3} + 12$ $\Leftrightarrow x > \sqrt{3} + 12$ $V =]\sqrt{3} + 12; +\infty[$ e) $\frac{x}{3} - 5 \leq \frac{x}{2} + 7$ $\Leftrightarrow \frac{2x}{6} - \frac{30}{6} \leq \frac{3x}{6} + \frac{42}{6}$ $\Leftrightarrow 2x - 30 \leq 3x + 42$ $\Leftrightarrow 2x - 3x \leq 42 + 30$ $\Leftrightarrow -x \leq 72$ $\Leftrightarrow x \geq -72 \quad V = [-72, +\infty[$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
		Voor de groepjes waarbij de gemiddelde opgaven ook vlot lukken, geeft de lk de gevorderde opgaven. Lk hanteert dezelfde strategieën als bij de basisopgaven.	OPGAVEN GEVORDERD: Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR a) $\frac{1}{4}(5x+3) > -\frac{1}{2}(x-5)$ b) $-\frac{3x}{4} + 1 \geq \frac{x-4}{2}$ c) $\frac{x+2}{4} - \frac{4x-3}{8} < x-1$ d) $2x+3\left(x-\frac{5}{4}\right) \geq \frac{2}{3}-\frac{1}{3}(x-2)$ e) $\sqrt{8x} + \sqrt{72} \leq \sqrt{18x} - \sqrt{50}$ a) $\frac{1}{4}(5x+3) > -\frac{1}{2}(x-5)$ $\Leftrightarrow \frac{5}{4}x + \frac{3}{4} > -\frac{1}{2}x + \frac{5}{2}$ $\Leftrightarrow \frac{5}{4}x + \frac{3}{4} > -\frac{2}{4}x + \frac{10}{4}$ $\Leftrightarrow 5x + 3 > -2x + 10$ $\Leftrightarrow 5x + 2x > 10 - 3$ $\Leftrightarrow 7x > 7$ $V =]1, +\infty[$ $\Leftrightarrow x > 1$ b) $-\frac{3x}{4} + 1 \geq \frac{x-4}{2}$ $\Leftrightarrow -\frac{3x}{4} + \frac{4}{4} \geq \frac{x-4}{4}$ $\Leftrightarrow -3x + 4 \geq x - 8$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes, organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
			$\Leftrightarrow -3x - 2x \geq -8 - 4$ $\Leftrightarrow -5x \geq -12$ $\Leftrightarrow x \leq \frac{12}{5} \quad V:]-\infty, \frac{12}{5}]$ $c) \frac{x+2}{4} - \frac{4x-3}{8} < x-1$ $\Leftrightarrow \frac{2(x+2)}{8} - \frac{4x-3}{8} < \frac{8(x-1)}{8}$ $\Leftrightarrow 2x+4 - (4x-3) < 8x-8$ $\Leftrightarrow 2x+4 - 4x+3 < 8x-8$ $\Leftrightarrow 2x-4x-8x < -8-4-3$ $\Leftrightarrow -10x < -15$ $\Leftrightarrow x > \frac{3}{2} \quad V:]\frac{3}{2}, +\infty[$ $d) 2x+3(x-\frac{5}{4}) \geq \frac{2}{3} - \frac{1}{3}(x-2)$ $\Leftrightarrow 2x+3x - \frac{15}{4} \geq \frac{2}{3} - \frac{1}{3}x + \frac{2}{3}$ $\Leftrightarrow \frac{24x}{12} + \frac{36x}{12} - \frac{45}{12} \geq \frac{8}{12} - \frac{4}{12}x + \frac{8}{12}$ $\Leftrightarrow 24x+36x-45 \geq 8-4x+8$ $\Leftrightarrow 24x+36x+4x \geq 8+8+45$ $\Leftrightarrow 64x \geq 71$ $\Leftrightarrow x \geq \frac{71}{64}$	

Timing	Bord- schema	Leerlingactiviteiten en leerkrachtactiviteiten: didactische werkvormen en principes; organisatie- en groeperingsvormen	Leerinhouden	Zelfevaluatie
32' <i>44/42</i>		<u>Verwerkingsfase (consolidatie van de les)</u> <i>Begeleide galeriewandeling volgens BTC</i> De lk vraagt aan iedereen om rond haar te komen staan. De lk doet een galeriewandeling naar de whiteboards waar er iets omcirkelt staat (genummerd) De lk start bij de eerste en vraagt aan de lln waarom het interval op deze manier is genoteerd (zowel wat betreft onder- en bovengrens als voor de haakjes). Lk duidt een ll aan (niet een ll van dit groepje): x is een getal groter dan 3, dus alle getallen van 3 tot +oneindig. 3 is niet inbegrepen door het ongelijkheidsteken. De lk gaat met de lln naar het bord met de tweede aanduiding en vraagt hetzelfde als bij "1". Lk duidt een ll aan (niet een ll van dit groepje): x is kleiner of gelijk aan $3/20$, dus alle getallen van -oneindig tot en met $3/20$. $3/20$ is inbegrepen, daarom staat daar het haakje naar binnen gekeerd. De lk gaat met de lln naar het bord met de derde aanduiding en vraagt aan de lln wat er hier voor interessants te zien is. Ll: het ongelijkheidsteken is omgedraaid Lk: is dit correct? Ll: ja Lk: waarom moet dit omdraaien? Ll: Beide leden worden gedeeld door een negatief getal, dan draait de orde om. Lk gaat naar het bord met de vierde aanduiding. Lk: dit is de start van oefening b, wat zien we hier? Ll: de haakjes worden uitgewerkt. Lk: hoe doen we dat? Ll: we passen de distributiviteit toe.	① ② ③ ④	

www.ugent.be/educatievemaester

<u>6. SCHEMA'S</u> (bord, transparant,...)	Inleiding aan het instructiebord: krijtbord van de Ik De denkopgaven van de IIn aan hun eigen werkplek (per groepje aan een whitboard)
<u>7. OVERZICHT VAN BIJLAGEN</u> (o.a. media)	- Samenwerkingsrubric (in de les ervoor, samen met de IIn opgesteld) - Structuurblad om aantekeningen te maken
<u>8. BRONNEN</u>	- Building Thinking Classrooms in mathematics – Peter Liljedahl (boek) - Building Thinking Classroom (NL) - website - VBTL – 3 doorstroom – getallen – eerstegraadsfuncties – analytische meetkunde (deel 3: Eerstegraadsvergelijkingen en -ongelijkheden) - Pienter – 3 doorstroom

Bijlage 2: Thin-slicing-opgaven

OPGAVEN BASIS:

Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR

a) $2x - 1 > x + 2$

b) $4x - \frac{3}{5} \leq 0$

c) $-2x + 8 \leq 3 - x$

d) $5x - 2 - x \geq 7x - 8$

e) $9t - 42 > -102 - t$

OPGAVEN GEMIDDELD:

Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR

a) $2(x + 1) > -2$

b) $15(x + 4) < 10(1 - x)$

c) $8(3x - 6) \leq 8x + 3(6x - 2)$

d) $3(x - 4) > 2x + \sqrt{3}$

e) $\frac{x}{3} - 5 \leq \frac{x}{2} + 7$

OPGAVEN GEVORDERD:
Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in IR

a) $\frac{1}{4}(5x + 3) > -\frac{1}{2}(x - 5)$

b) $-\frac{3x}{4} + 1 \geq \frac{x-4}{2}$

c) $\frac{x+2}{4} - \frac{4x-3}{8} < x - 1$

d) $2x + 3\left(x - \frac{5}{4}\right) \geq \frac{2}{3} - \frac{1}{3}(x - 2)$

e) $\sqrt{8}x + \sqrt{72} \leq \sqrt{18}x - \sqrt{50}$

Bijlage 3: Structuurblad voor aantekeningen

AANTEKENINGEN:

Eerstegraadsongelijkheden algebraïsch oplossen in $\mathbb{R}$

<u>Voorbeeld 1:</u> $\frac{x}{3} - 5 \leq \frac{1}{2}(x + 14)$ ● Haakjes uitwerken: ⇒ ● Alle termen gelijknamig maken: ⇒ ● Noemers wegcijferen: ⇒ ● Breng alle termen in x naar het linkerdeel, de constante termen naar het rechterdeel: ⇒ ● Reken beide leden uit: ⇒ ● Deel beide leden door de coëfficiënt van x, keer indien nodig het ongelijkheidsteken om. ⇒ ● Noteer de oplossingenverzameling in intervalvorm: 	<u>Voorbeeld 2:</u> $3(x - 5) + 9 > 7x + 12$
	<u>Dingen om het onthouden:</u>

Bijlage 4: Generatieve AI & Masterpraktijkproef 2024-2025

Generatieve AI & Masterpraktijkproef 2024 – 2025

Binnen de Educatieve Masteropleidingen volgen we de UGent richtlijnen voor een **verantwoord gebruik van generatieve AI**. Je wordt ook uitgenodigd op Ufora voor het doorlopen van het leerpad “Generatieve AI – van leren tot creëren”. Je vindt dit leerpad via volgende link: <https://ufora.ugent.be/d2l/home/1001027>.

Het correct refereren en parafraseren van wetenschappelijke literatuur blijft een essentieel onderdeel van de Masterpraktijkproef. Ga dus steeds zelf op zoek naar de oorspronkelijke bron via een academische databank. Een generatieve AI-tool wordt niet aanvaard als bron, maar wel als hulpmiddel. Om transparant te zijn, vragen we jou om hieronder aan te duiden wat van toepassing is in je schrijfproces. Er staat geen evaluatie op het al dan niet gebruiken van AI in je taak, wél op een correcte bronvermelding.

- ☐ Ik maakte GEEN gebruik van generatieve AI voor de onderzoekstaak
- ☒ Ik maakte gebruik van generatieve AI voor de onderzoekstaak. Ik verduidelijk hieronder op welke wijze:

Ik gebruikte generatieve AI om **(wetenschappelijke) bronnen te verzamelen**.

- ☐ Nee.
- ☒ Ja (specificeer hier welke tools en hoe je die tools gebruikt hebt.)

ChatGPT – Gemini – Copilot

Gebruikt om het onderzoek van Peter Liljedahl te toetsen aan andere pedagogische en psychologische inzichten en onderzoeken.

Ik gebruikte generatieve AI om **eigen ideeën om te zetten in geschreven taal**. (AI als sparring/brainstorm partner)

- ☒ Nee.
- ☐ Ja (specificeer hier welke tools en hoe je die tools gebruikt hebt.)

Ik gebruikte generatieve AI om **problemen in mijn eigen tekst te detecteren en/of stukken tekst te laten herschrijven** (AI als kritische lezer om zo feedback te krijgen).

- ☐ Nee.
- ☒ Ja (specifieer hier welke tools en hoe je die tools gebruikt hebt.)

Textcortex - ChatGPT

Gebruikt door eigen teksten in te brengen om zo fouten in zinsopbouw en spelling terug te vinden.

Ik gebruikte generatieve AI binnen mijn methodologie.

- ☒ Nee.
- ☐ Ja (specifieer hier welke tools en hoe je die tools gebruikt hebt.)