



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Wat is de meerwaarde van differentiatie en sturing om studenten optimaal te laten functioneren tijdens de lessen wetenschappen in 3de graad middelbaar onderwijs doorstroomfinaliteit?

Yordi Stelten

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

dr. Mario GIELEN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt

Campus Hasselt:

Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt

Campus Diepenbeek:

Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2024
2025



School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Wat is de meerwaarde van differentiatie en sturing om studenten optimaal te laten functioneren tijdens de lessen wetenschappen in 3de graad middelbaar onderwijs doorstroomfinaliteit?

Yordi Stelten

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

dr. Mario GIELEN

Wat is de meerwaarde van differentiatie en sturing om studenten optimaal te laten functioneren tijdens de lessen wetenschappen in 3de graad middelbaar onderwijs doorstroomfinaliteit?

Yordi Stelten & Mario Gielen

School voor Educatieve Studies, Universiteit Hasselt, Hasselt, België

Abstract

In OK onderwijskwaliteit verwijst men naar het streven naar zoveel mogelijk leerwinst bij elke lerende (R3). Volgens Tomlinson (2000) is differentiatie het proactieve antwoord van de leraar op de verschillende leerbehoeften. Castelein, Coens, De Witte, Houben, Lauwers, Segers en Van den Branden (2016) benaderen differentiëren als een beroepshouding om te blijven zoeken naar vormgeving dat voor de doelgroep het meeste oplevert.

Deze zoektocht naar differentiatie werd uitgevoerd in Humaniora Kindsheid Jesu, met als doel om twee specifieke klassen in de doorstroomfinaliteit optimaal te laten functioneren tijdens de lessen chemie en fysica. Het onderzoek werd uitgevoerd tijdens een intensieve stage 'werkplekieren', waar ook twee ervaren leerkrachten steeds bij betrokken waren. Een bevraging naar de voorkennis diende als basis en werd aangevuld door een bevraging naar de specifieke noden en feedback over het lesverloop. Omdat differentiatie een zeer sterke link heeft met de sturing van de lesactiviteiten werd een belangrijk deel van dit onderzoek aan sturing besteed.

De bevindingen voor deze specifieke doelgroep was dat er geen grote nood aan differentiatie op kennis was, maar wel op werkvormen. We kunnen stellen dat er een gezonde mix van werkvormen aanwezig was en dat de mate van zelfstandigheid goed is afgestemd op de noden van de klas. De grote spreiding in de antwoorden bij vragen rond interactie, focus en feedback, stellen dat er nog groeipotentieel is.

De keuzes in sturing van de leerkracht kunnen bij het werken met applet en controlevragen erg efficiënt ingezet worden. Een beperkte tijd invoeren waarin de opdracht voltooid dient te worden, werkt motiverend en vermindert de vrijblijvendheid. Hoe groter de mate van zelfsturende opdrachten, hoe moeilijker het is om in te schatten of je input als leerkracht te sturend of noodzakelijk is. De continue wisselwerking tussen de inschatting van het cognitief en het zelfsturend niveau van de leerlingen (Vermunt, 1992), kan de gepaste sturing voorzien om leerwinst te bekomen.

Reflectie staat centraal om deze leerwinst te realiseren (Timperley, Wilson, Barrar, & Fung, 2007). Gebruik dit onderzoek en het ontwerp dat daaruit volgt als bron voor inspiratie om over je eigen klaspraktijken te reflecteren en te zien waar er nog mogelijkheden liggen.

Trefwoorden: differentiatie, werkvormen, sturing, zelfgestuurd leren en reflectie.

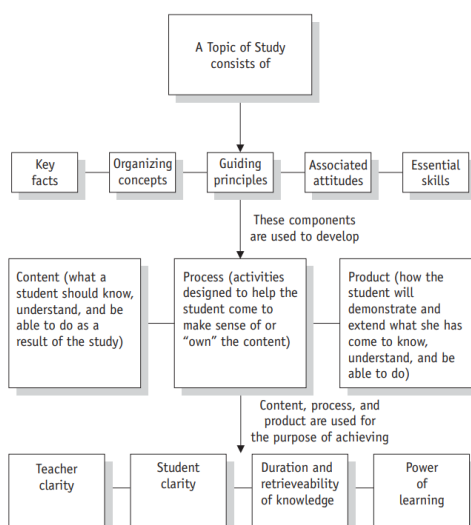
1. Theoretische achtergrond

1.1 Differentiatie als sleutel tot meer leerwinst

Hier volgt een citaat van het 'Referentiekader voor OK onderwijskwaliteit' (2016) van de Vlaamse Onderwijsinspectie dat kadert in 'R3 De school streeft bij elke lerende naar zoveel mogelijk leerwinst'.

"Om een passende begeleiding te realiseren, detecteert het schoolteam de mogelijkheden en de behoeften van de lerenden en differentieert ze waar nodig. (...) De sterktes van de lerenden vormen het uitgangspunt voor de begeleiding. (...) Een sterke brede basiszorg werkt preventief. Voor lerenden met specifieke onderwijsbehoeften plant het schoolteam redelijke en gepaste aanpassingen waaronder het inzetten van stimulerende, remediërende, differentiërende, compenserende en/of dispenserende maatregelen."

Volgens Tomlinson (2000) is differentiatie het proactieve antwoord van de leraar op de verschillende leerbehoeften. Lerenden verschillen in interesses, leerstatus en leerprofiel. De leraar differentieert in inhoud, proces en product en houdt rekening met het klasklimaat (Tomlinson, 2000).

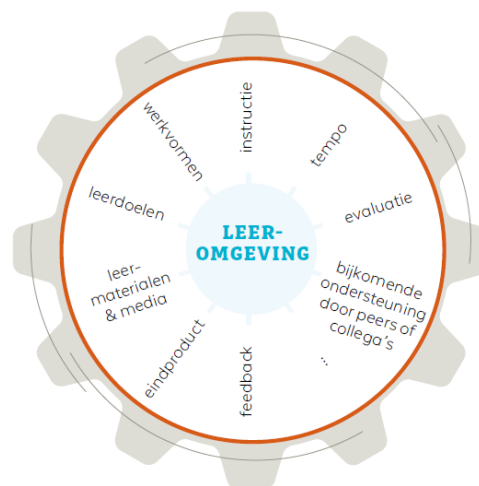


Figuur 1: Verenigen van leren met curriculum (Tomlinson, 2000).

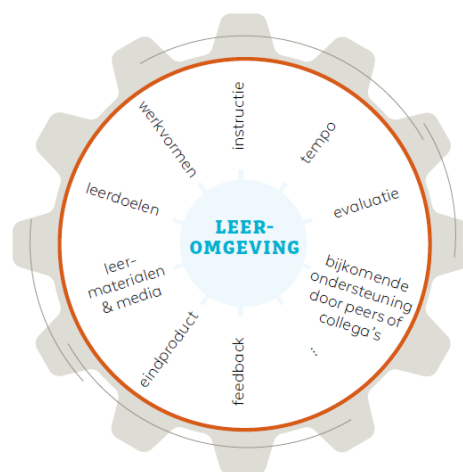
Daarnaast geeft Tomlinson inspirerende voorbeelden van differentiërende leerinhouden en biedt hij bij elk van die voorbeelden een antwoord op drie vragen: 'Wat, hoe en waarom wordt er gedifferentieerd?'.

Castelein, Coens, De Witte, Houben, Lauwers, Segers en Van den Branden (2016) benaderen differentiëren als een beroepshouding om te blijven zoeken naar vormgeving dat voor de doelgroep het meeste oplevert. In onderstaande figuur geven de auteurs een voorbeeld van mogelijke elementen van binnenklasdifferentiatie die kunnen leiden tot verhoogde motivatie, welbevinden, leerwinst en/of leerefficiëntie.

WELKE ELEMENTEN KAN JE BESPELEN?



WELKE ELEMENTEN KAN JE BESPELEN?



Figuur 2: Op basis van Binnenklasdifferentiatie (Castelein, Coens, De Witte, Houben, Lauwers, Segers en Van den Branden, 2016).

1.2 Sturing van leerprocessen

Vermunt (1992) beschrijft sturing als het uitoefenen van controle over de inhoud, verloop en resultaten van leerprocessen. Sturing vervult volgens Vermunt een intermediaire functie tussen ideeën hoe leerprocessen het best gegeven kunnen worden en de feitelijke realisering van deze ideeën. Leerprocessen kunnen worden gestuurd op verscheidene niveaus, met verschillende functies, gericht op diverse aangrijpingspunten, door middel van verschillende activiteiten, met verscheidene stijlen en in verschillende vormen (vgl. Sternberg, 1988).

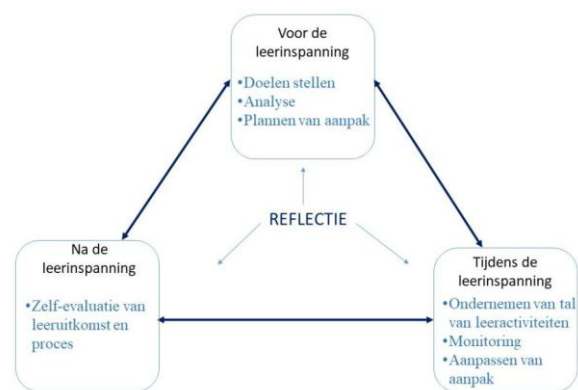
Vermunt beschrijft enkele valkuilen van instructie, zoals het ontbreken van een positief affectief klimaat in de instructie waardoor er blokkerende negatieve emoties ontstaan. Daarnaast kan de externe sturing tekortschiet, waardoor het gevaar bestaat dat er stuurloos leergedrag kan ontstaan. Dit zijn vormen van destructieve frictie. Aan de andere kant kan er constructieve frictie ontstaan wanneer studenten een leer- of denkactiviteit niet beheersen in het betreffende vakdomein. De leerlingen leren om de aanwezige denkvaardigheden te gebruiken om steeds complexer, omvangrijker en abstracter wordende leerinhouden te verwerken en deze verwerking te sturen. Het is een continue wisselwerking tussen de inschatting van het cognitief en het zelfsturend niveau van de leerlingen en het inspelen van de leerkracht hierop.

Mate van zelfsturing	Mate van externe sturing		
	Sterk	Gedeeld	Los
Hoog	Destructieve frictie	Destructieve frictie	Congruentie
Gemiddeld	Destructieve frictie	Congruentie	Constructieve frictie
Laag	Congruentie	Constructieve frictie	Destructieve frictie

Figuur 3: Wisselwerking van drie gradaties van externe sturing en drie gradaties van zelfsturing van leerprocessen (Vermunt, 1992).

1.3 Naar meer zelfgestuurd leren

Volgens Cuyvers (2020) is zelfsturend leren een generieke competentie met de leerling als eigenaar. Het is een samenspel tussen activiteiten voor, tijdens en na de leerinspanning. De eerste stap is het leerdoel formuleren en een plan van aanpak bedenken. Dit kan door de leerkracht, maar ook door de lerende zelf. Daarop volgt een analyse, waar een strategie uit volgt. De leerinspanning zelf kan uit zichtbare en onzichtbare leeractiviteiten bestaan, afhankelijk van de opdracht. Na de leerinspanning volgt een zelfevaluatie. Gedurende heel het proces dient er reflectie en monitoring te gebeuren aan de hand van open en reflecterende vragen die linken aan het oorspronkelijke leerdoel.



Figuur 4: Reflectie als basis van de verschillende leerinspanningen bij zelfgestuurd leren (Pintrich, 2000).

Als leraar speel je een belangrijke rol om de leerstrategieën te ondersteunen bij de vormgeving ervan. De leerling moet leren reflecteren in functie van het vormgeven van zijn/haar leerproces. Daarnaast is het aanvoelen van het niveau van cruciaal belang. De lat dient maar zo hoog te liggen als tot waar je leerling kan springen, en dat kan van leerling tot leerling verschillen. Er is dus differentiatie nodig in functie van het niveau van zelfsturing dat de leerlingen reeds beheersen. De grootste valkuil is volgens Cuyvers (2020) het niet inspelen op de sturing die de leerling nodig heeft:

- Zo veel extern sturen dat de leerkracht overneemt of;
- Helemaal géén sturing bieden op het moment dat het wel nodig is.

1.4 Persoonsgerichte en reflectieve houding van de leerkracht

“Visible teaching and learning occurs when learning is the explicit goal, when it is appropriately challenging, when the teacher and student both seek to ascertain whether and to what degree the challenging goal is attained, when there is deliberate practice aimed at attaining mastery of the goal, when there is feedback given and sought, and when there are active, passionate and engaging people participating in the act of learning. (Hattie, 2009, p. 22)”

Hattie analyseerde dat de relatie tussen leraar en lerende een impact heeft op het bereiken van betere leerprestaties (een effectgrootte van $d = 0,72$). Betrokkenheid en persoonsgerichtheid zijn volgens Hattie belangrijke voorwaarden in de relatie leerkracht-leerling. Hieruit kan een minder strakke leiding volgen met het behalen van betere resultaten.

Leraren die op basis van informatie hun instructie in de klas aanpassen, kunnen de leerprestaties van hun leerlingen daadwerkelijk verbeteren en dus een grotere leerwinst realiseren (Timperley, Wilson, Barrar, & Fung, 2007). Reflectie is denken in zes dimensies:

- Reflecteren over het leren;
- Zelfevaluatie of evaluatie door anderen;
- Reflecteren over het niveau van de betrokkenheid van de leerlingen;
- Reflecteren over het gevoel van collegialiteit;
- Professionele reflectie;
- Routinematige reflectieve houding aanleren bij leerlingen.

1.5 Hypothese

Het doel van het onderzoek is om in te spelen op de specifieke noden van twee klassen van het secundair onderwijs in Humaniora Kindsheid Jesu door differentiatie en sturing te optimaliseren. Op basis van de literatuurstudie en de voorgesprekken met collega's, zien we drie verschillende mogelijkheden om dit te verwezenlijken (hypotheses):

- Zou differentiatie door niveauverschillen in te bouwen een gepaste strategie zijn?
- Welke werkvormen kunnen voor de meeste leerlingen de gepaste differentiatie creëren om hun leerproces te faciliteren?
- Hoe kan ik als leerkracht de gepaste organisatorische sturing bieden zodat mijn leerlingen zich betrokken voelen?

2. Methodologie

2.1 Het onderzoek

Het onderzoek vindt plaats tijdens de stage ‘werkplekieren’ van de educatieve master. Werkplekieren is een proeftuin op vraag van de Vlaamse Overheid waar een samenwerking tussen Scholengemeenschap Sint-Quintinus, UGent, UHasselt, UCLL en PXL vorm krijgt. In dit programma neemt de student van de lerarenopleiding deel aan een intensieve stage, waar de theoretische belasting wordt verkleind, maar waar meer stage-uren plaatsvinden.

De stage-uren zijn begeleid door twee ervaren leerkrachten van Kindsheid Jesu: Peter Cooreman & Kristof Van Werde. Hun input was van onschatbare waarde en heeft een enorm positief effect op de kwaliteit van het eindproduct en aantal leerkansen voor de leraar-in-opleiding.

De nadruk van het onderzoek ligt op het uitwerken van werkbare strategieën voor organisatorische sturing en mogelijkheden tot differentiëren. Hiervoor zijn bevragingen een sleutel, maar werden slechts op een kleine schaal uitgevoerd. De cijfers zijn dus niet representatief voor heel de derde graad van Kindsheid Jesu.

2.2 Bevraging naar voorkennis

Voor de lessen chemie werd er een voorkennis-toets afgelegd door de leerlingen voor het thema 'chemisch rekenen'. Deze bestond uit vier vragen, waar twee vragen vrij gesloten geformuleerd werden en twee open vragen die naar het diepgaand begrip trachtten te polsen. Het doel was om te achterhalen waar er gedifferentieerd kan worden op basis van kennis om zo een leerpad op te stellen dat flexibiliteit in tempo en moeilijkheidsgraad bevat.

2.3 Bevraging naar noden van de leerlingen, de sturing van en reflectie op de leerkracht

De tweede bevraging was veel uitgebreider en had als doel de noden voor mate van sturing en werkvormen te achterhalen. De vraagstelling was een mix tussen Likertschalen (scores van 1 tot 5), meerkeuze- en open vragen. Aangezien de bevraging werd afgenomen nadat er al verschillende lessen hadden plaatsgevonden, is het ook een tool voor reflectie als leerkracht. Verschillende vragen zijn ingericht om specifieke feedback van de leerlingen richting leerkracht te geven.

3. Onderzoeksresultaten

3.1 Resultaten van de bevraging naar voorkennis

De resultaten van de bevraging zijn weergegeven als gemiddelde waarden van geslaagde leerlingen per categorie in Figuur 5.

	Gemiddeld resultaat
Gesloten basisvragen	71 %
Open begripsvragen	6 %

Figuur 5: Resultaten van de bevraging van voorkennis in % van leerlingen die het antwoord juist hadden.

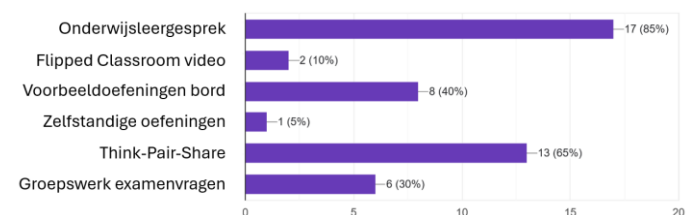
Op het eerste gezicht lijkt er differentiatie mogelijk op basis van de 'gesloten basisvragen'. Nochtans kunnen we deze twee niet loskoppelen. De 'open begripsvragen' zochten naar een verklaring van het fenomeen of een uitkomst van een berekening. We kunnen hier twee mogelijke conclusies uit trekken:

- Er is geen nood voor differentiatie met niveauverschillen.
- De keuze van de vragen dient aangepast te worden.

Na reflectie en overleg met collega's besloten we om niet verder in te gaan op deze vorm van differentie in deze klas.

3.2 Resultaten voor verschillende werkvormen

Resultaten van een vraag naar de verschillende werkvormen voor de lessen chemie zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6: Antwoorden op de vraag: als jij de manier van werken zou mogen kiezen, welke van de onderstaande manieren passen het beste bij jou?

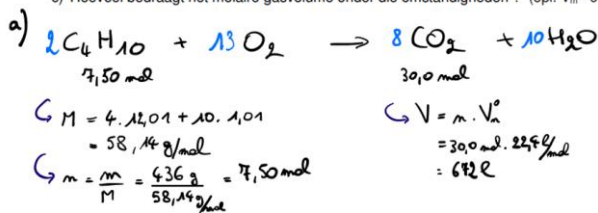
We zien een duidelijke voorkeur bij de klas chemie voor het onderwijsleergesprek en Think-Pair-Share. Als de mate van zelfstandigheid vergroot, duiden steeds minder leerlingen deze werkvormen aan als werkvorm die bij hun past.

3.2.1 Flipped classroom

Om in te spelen op mogelijke tempoverschillen tussen leerlingen, is er een video ontwikkeld van een ingesproken presentatie die stap voor stap oefeningen over 'rekenen met gaswetten' bevatte. Het bevatte ook uitleg over de molaire gasconstanten bij verschillende omstandigheden.

3.3 OEFENINGEN

2. a) Wat is het volume gas dat ontstaat na ontplofing (n.o. $p=p^0$; $T=T^0$) van 1 tonnetje campinggas waarin 436g vloeibaar butaan C_4H_{10} zat? (opl. $V=672L$ ($7,5\text{mol} \times 4$; $T=273K$))
 b) Wat is het volume gas dat ontstaat tijdens de ontplofing van 436 g vloeibaar butaan C_4H_{10} ? (T tijdens ontplofing = $800^\circ C$; $p=p^0$) (opl. $V=5939L$ ($7,5\text{mol} \times 9$; $T=1073K$))
 c) Hoeveel bedraagt het molaire gasvolume onder die omstandigheden? (opl. $V_m=90 L/mol$)



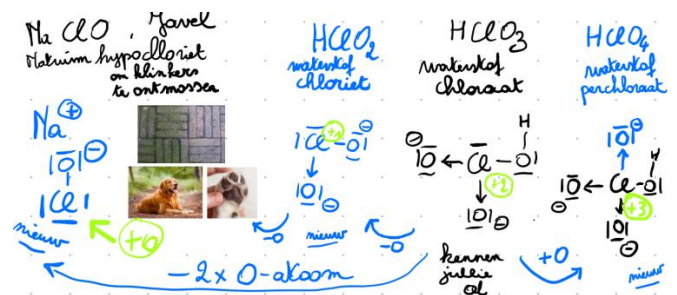
Figuur 7: Schermafbeelding van een uitgewerkte voorbeeldoefening uit de Flipped Classroom video.

Aangezien de bevraging plaats vond nadat deze werkvorm was uitgevoerd, kon er goed gereflecteerd worden. Naast de lage voorkeurscijfers in Figuur 6, zien we ook dat 15% van de leerlingen zich actief verzette op de open vragen tegen deze werkvorm. Daarnaast vond 15% de Flipped classroom zeer goed en vermeldde uitdrukkelijk dat er niets te verbeteren viel. De mening die het meest terugkwam ging over de tijdsbesteding. Hoewel de video slechts 15 minuten duurde (aangevuld met 5 min een oefening uitwerken), vond 50% van de leerlingen de tijdsduur te lang.

3.2.2 Onderwijsleergesprek / voorbeeld oefeningen aan het bord / demoproef

85% van de leerlingen duidt het onderwijsleergesprek aan als werkvorm die bij hun past. Er is nood aan een duidelijk opgebouwd verhaal met veel interactie. Om dit gestructureerd vorm te geven kan het ASA-principe of de cyclus van Kolb toegepast worden.

Het ASA principe vertrekt vanuit een **Aanschouwelijk** voorbeeld. Tijdens de lessen over zuurresten vertelt de leerkracht een verhaal over thuis komen na school en een doordringende geur ruiken, omdat zijn vader natriumhypochloriet (javel) op de klinkers van de oprit gesproeid had. Dit middel kan de mossen tussen de klinkers verwijderen, maar kan ook schadelijk zijn voor de poten van huisdieren. Daarna volgt de **Schematische** stap, waar leerlingen naar het bord worden gevraagd om chemische structuren te tekenen. Zo wordt het Chloraat-ion (gekend, in zwart weergegeven) vergeleken met het hypochloriet-ion (nieuw, in blauw weergegeven).



Figuur 8: Bordschema onderwijsleergesprek afleiding zuurresten a.d.h.v. natriumhypochloriet.

Als laatste stap is de **Abstracte** fase. Een overzicht van de zuurresten en hun naamgeving en de verbanden ertussen.

Zuurresten naamgeving	-ide	hyp...-iet	-iet	-aat	per...aat
Cl ⁻ chloride-ion	Cl ⁻ chloride-ion	ClO ⁻ hypochloriet-ion	ClO ₂ ⁻ chloriet-ion	ClO ₃ ⁻ chloraat-ion	ClO ₄ ⁻ perchloraat-ion
Br ⁻ bromide-ion	Br ⁻ bromide-ion	BrO ⁻ hypobromiet-ion (zeer onstabiel)	BrO ₂ ⁻ bromiet-ion (heeft geen toepassing)	BrO ₃ ⁻ bromaat-ion	BrO ₄ ⁻ perbromaat-ion (zeer moeilijk synthetiseren)
I ⁻ jodide-ion	I ⁻ jodide-ion	IO ⁻ hypojodiet-ion	IO ₂ ⁻ jodiet-ion	IO ₃ ⁻ jodaat-ion	IO ₄ ⁻ perjodaat-ion
S ²⁻ sulfide-ion	S ²⁻ sulfide-ion	X	SO ₃ ²⁻ sulfiet-ion	SO ₄ ²⁻ sulfaat-ion	X

Figuur 9: Bordschema zuurresten met gepaste naamgeving.

Naarmate we verder in het schema gaan, zijn er verbindingen waarvan niet alle kolommen kunnen ingevuld geraken omdat die verbindingen simpelweg niet bestaan. Het was efficiënter in tijdsgebruik het schema te geven en te vragen om de nieuwe verbindingen te studeren, maar dan beroven we de leerlingen van de kans om zich te verdiepen. Bij diepgaand begrip wordt het ruwe studeerwerk verminderd.

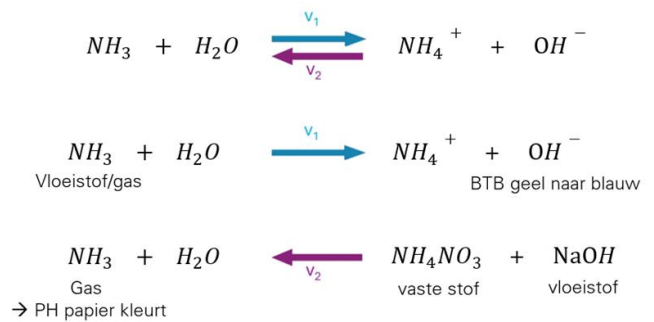
De cyclus van Kolb voegt enkele stappen toe aan het leerproces, zoals een stap voor toepassen.

Een voorbeeld uit de lessen van chemisch evenwicht is een aanschouwelijke stap die de bevolkingsgroei van de wereld in verband brengt met de stijging van Ammoniakproductie (basisgrondstof voor kunstmest). Daarna volgt een sneeuwgevecht met de buurman als schematische stap in Figuur 10.



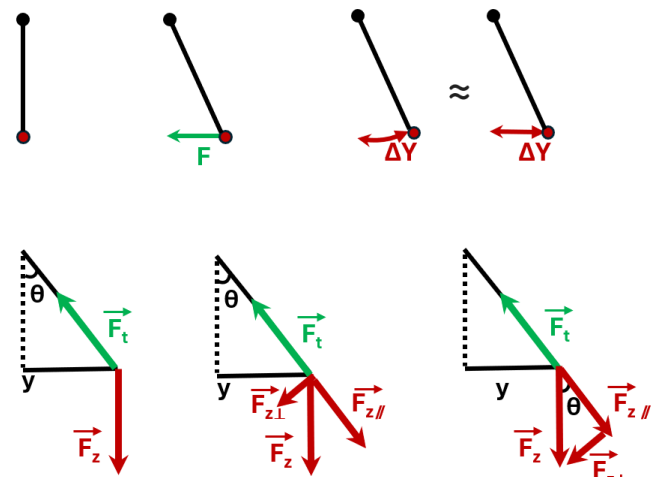
Figuur 10: Sneeuwgevecht met buurman kadert dat er op geen enkel moment alle sneeuw verdwenen is in een tuin, ook al heeft de ene buurman een grotere gereedschap als de andere. Tussenstap om chemisch evenwicht te kaderen: de sneeuw staat symbool voor de reagentia/reactieproducten en het gereedschap staat voor de verschillende reactiesnelheden van de heen- en terug-reactie.

Een extra stap is de kennis toepassen via een demoproef met vragen aan de klasgroep. Hierbij kunnen de individuele reacties bewijzen dat de reactie in twee richtingen kan gebeuren, zoals in Figuur 11 is weergegeven.



Figuur 11: Demoproef als toepassingstap in de cyclus van Kolb in de lessen over chemisch evenwicht.

In de lessen fysica kan de leerkracht het onderwijsleergesprek versterken door eenvoudig demomateriaal mee te brengen. In onderstaand voorbeeld was dit een statief waar een koord met een balletje aan hing om de harmonische trilling van een slinger te tonen. Stap voor stap wordt de schematische voorstelling opgebouwd in Figuur 12.



Figuur 12: Schematische opbouw bij de afleiding van een harmonische trilling bij een slinger in de lessen fysica.

De vragen die je hier als leerkracht stelt zijn van cruciaal belang voor het succesvol voltooien:

- Waar willen we toe komen?
- Welke kracht is hier belangrijk?
- Kennen we iets uit de lessen wiskunde dat ons kan helpen?

Op het einde terugkeren naar de proefopstelling en demonstreren wat is afgeleid in de formule:

heeft de massa invloed? En de lengte van de slinger?

3.2.3 Think-Pair-Share gekoppeld aan een demoproef

Figuur 13 geeft een geoptimaliseerde instructie weer van een opdracht die per twee mocht uitgevoerd worden. Uit de bevraging blijkt dat 65% van de leerlingen dit als passende werkvorm achten.

Zoek uit:

Wat gebeurt er met **sulfidezouten** als ze in een **zuur milieu** gebracht worden?

- 1 Schrijf de brutoformules van 2 stoffen die je samenbrengt.
- 2 Schrijf er een reactiepijl achter en vul de mogelijke reactieproducten aan.
- 3 Zorg dat je jouw manier van denken kan uitleggen bij klassikaal overleg.

Je krijgt hier 10 min tijd voor.

Je mag met twee werken.

Figuur 13: Instructie voor Think-Pair-Share.

Er werd constructief aan de opdracht gewerkt. De tijdsbeperking geeft de opdracht extra focus en vermindert de vrijblijvendheid. De mogelijkheid om je mening voor de klas te vertellen werkt ook motiverend.

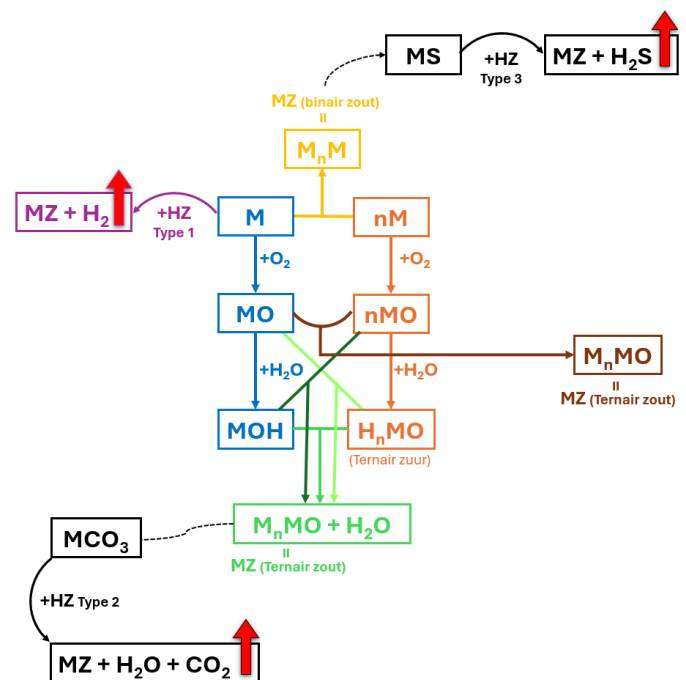
Na de opdracht werd deze reactie uitgevoerd in open lucht, waar waterstofsulfide (ruikt naar rotte eierlucht) vrijkomt. De demo werd ingeleid als: ‘Het maken van een stinkbom!’.

3.2.4 Richting zelfsturend leren via examenvragen verzinnen

De leerlingen krijgen een samenvattend schema van anorganische reacties (Figuur 14). Daarnaast wordt hen gevraagd om een reactie uit te schrijven die bestaat uit twee stappen. Er worden enkele voorbeelden getoond waar leerlingen

inspiratie uit mogen halen, maar niet blindelings overgenomen mogen worden:

- Hoe maak je de hydroxide van bismut uit enkelvoudige stoffen?
- Hoe maak je zonder hydroxide het ternaire zout van Ca_2SiO_4 uit enkelvoudige stoffen?
- Hoe maak je de sulfide van molybdeen?



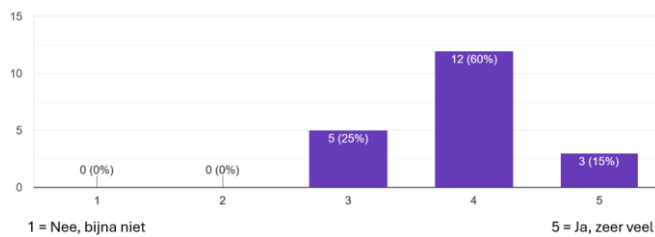
Figuur 14: Overzichtsschema van anorganische reacties als basis om examenvragen op te stellen, met dank aan Van Werde, K.

De opdracht leverde diepgaande antwoorden op en er werden correcte verbeter sleutels ingeleverd. Als leerkracht mag je trots zijn op het cognitief niveau dat bereikt werd. Nochtans geeft slechts 30% van de studenten aan dat deze werkvorm bij hen past.

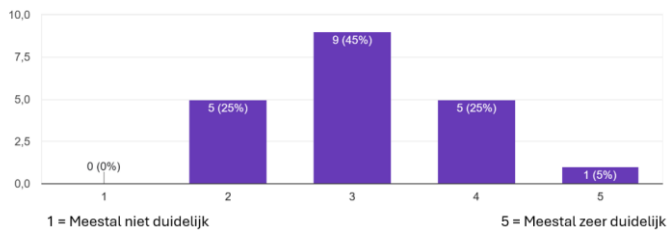
3.3 Resultaten voor organisatorische sturing en reflectie leerkracht

Uit Figuur 15 kunnen we besluiten dat de leerkracht goed heeft ingespeeld op de mate van zelfstandigheid van de leerlingen. Er zijn enkele leerlingen nog op zoek naar meer duidelijkheid en interactie tussen de leerling en leerkracht.

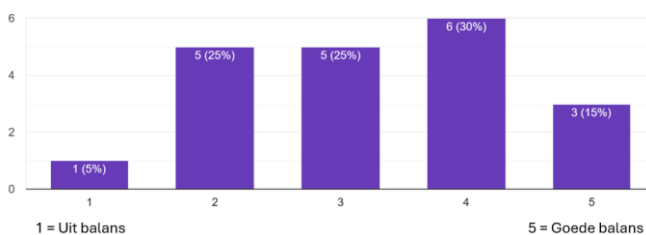
Autonomie 1: vond je dat je genoeg kans kreeg om zelfstandig te werken tijdens de lessen?
20 antwoorden



Duidelijkheid 1: hoe duidelijk vind je de verwachtingen (leerdoelen / waarom we leren / wat je moet kennen)?
20 antwoorden



Interactie: Waar ligt volgens jou de balans tussen de sturing van de leerkracht en je eigen inbreng goed?
20 antwoorden



Figuur 15: Resultaten van drie vragen over sturing.

3.3.1 Reflectie over de leerkracht via open vragen

Enkele leerlingen geven de nood aan om een betere kadering te geven in het begin van de les. Er wordt ook gevraagd naar meer structuur in de bordschema's. Daarnaast willen sommige leerlingen gerichtere sturing wanneer er iets dient genoteerd te worden. Eén leerling geeft aan dat ze graag een duidelijkere samenvatting heeft op het einde van de les.

Er waren ook opmerkingen over de houding van de leerkracht. De meeste opmerkingen (30% van de leerlingen) gingen over het lage stemvolume van de leerkracht. Daarnaast vroeg één leerling om beter in te spelen op de vragen uit de klasgroep.

3.3.2 Exit cards: digitaal of klassikaal

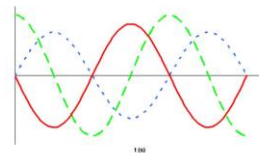
Om de juiste sturing te kunnen bieden, dienen er doordachte keuzes gemaakt te worden. Als controle stap kunnen er stellingen ingericht worden. Hier ging de voorkeur naar het opsteken van een rode of groene pen in plaats van een digitale tool, zoals in Figuur 16 is weergegeven.

Exit cards: juist of fout

Hoe groter de amplitude, hoe zwakker het geluid overkomt.

Een trilling met een hoge frequentie heeft een grote pulsatie.

De periode en de frequentie van de rode trilling is groter dan die van de groene trilling.

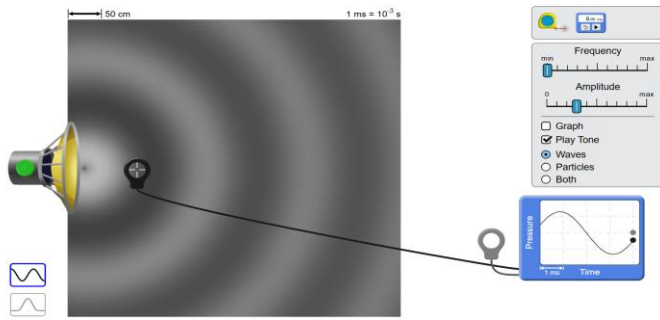


Figuur 16: Juist of fout vragen als exit card bij lessen over harmonische trilling.

Door deze keuze was de tijdsbesteding beperkt en kon iedereen zelf nadenken en tegelijkertijd een antwoord geven. De voorwaarde om dit te kunnen doen is een veilig klasklimaat waar het toegelaten is om fouten te maken (zonder afbrekende opmerkingen van de medeleerlingen).

3.3.3 Applet: demo of zelf uitvoeren?

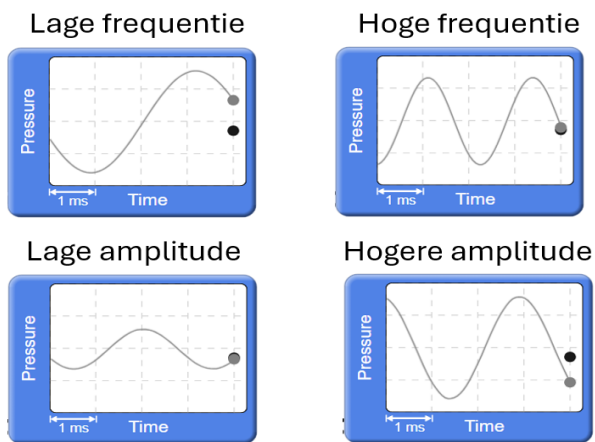
In de lessen fysica wou de leerkracht dat de leerlingen zelf konden ervaren hoe een geluid verandert als de frequentie en de amplitude van de trilling verandert om te komen tot dieper begrip. Hiervoor werden verschillende applets gebruikt die een visuele weergave koppelen aan een geluid.



Figuur 17: Applet Waves Intro Simulation (University of Colorado Boulder, 2025).

Het risico van deze applets is dat er te veel mogelijkheden zijn om te veranderen. De instructie werd lang, waardoor het overzicht verloren ging.

De leerlingen dienen een overzicht te maken van de verschillende frequenties en amplitudes die werden uitgetest, zoals in Figuur 18 is weergegeven. Dit overzicht werd niet goed opgesteld door de leerlingen.



Figuur 18: Overzicht frequentie en amplitudes uitgetest in applet (University of Colorado Boulder, 2025).

Ook de controlevragen werden niet goed beantwoord en er was veel onduidelijkheid in de groep. Deze applet zou beter als demo gebruikt worden.

Een beter voorbeeld van een applet dat geschikt is om de leerlingen zelfstandig te laten uitvoeren is weergegeven in Figuur 19, waar twee trillingen opgeteld worden.

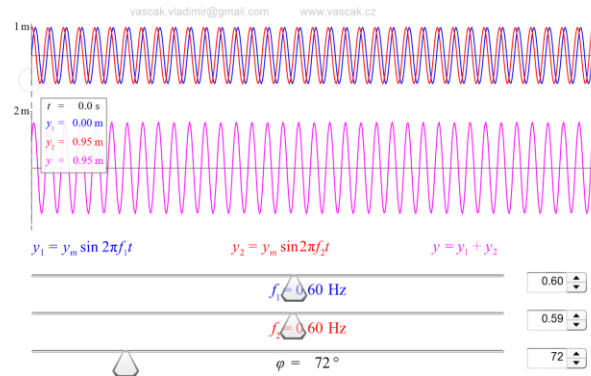
Zelf op zoek

Leg twee verschillende golven op in volgende applet:

https://www.vascak.cz/data/android/physicschool/templateimg.php?s=kvskladani_kmitani_3&t=nl

- $f_1 = f_2$ en $\varphi = 0$
- $f_1 = f_2$ en φ geleidelijk vergroten tot $\varphi = 180^\circ$
- $f_1 = \frac{1}{2} f_2$ en $\varphi = 0$ en geleidelijk aan een van de frequenties vergroten

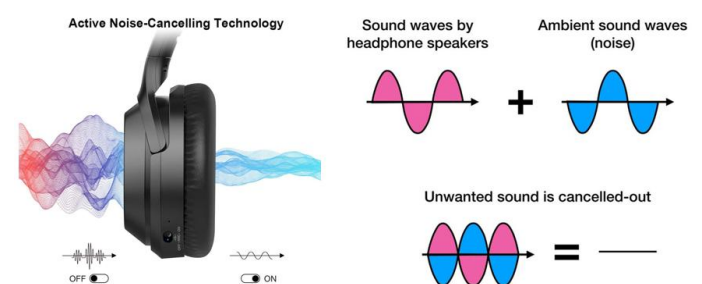
Wat zie je gebeuren?
Verklaar hoe dit kan.



Figuur 19: Applet Superpositie Simulation, met gepaste instructie (Vascak).

De leerlingen konden hier zelfstandig mee aan de slag gaan, zonder veel extra hulp van de leerkracht.

De controlevraag (Figuur 20) over Active Noise Cancelling werd goed beantwoord door de leerlingen.

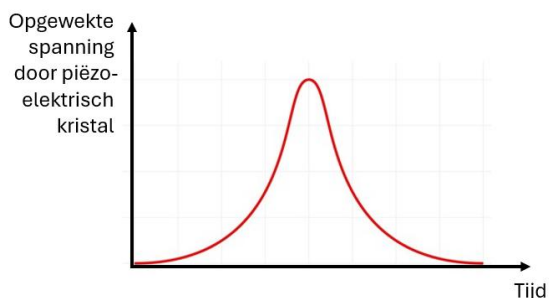


Figuur 20: Controlevraag 'Hoe werkt Active Noise Cancelling', inclusief verbeter sleutel (Skinner, 2021).

3.3.4 Grote mate van zelfsturing in seminars

Om grote focus op de STEM doelen te leggen introduceerde de school Kindsheid Jesu het vak seminarie waar leerlingen de kans krijgen om zelfstandiger onderzoek uit te voeren gedurende een half jaar, één lesuur per week. De leerlingen kozen zelf het thema, onderzoeksvraag en proefopstelling. Enkele onderzoeksvragen kaderden in impulsen van het menselijk lichaam bij verschillende temperaturen (biologie), vetgehalte in verschillende soorten chips (chemie) en energie opgewekt door een piëzo-elektrische kristal (fysica).

De eerste begeleiding van de leerlingen die piëzo-elektrische kristal onderzochten, viel onder mijn verantwoordelijkheid. Nadat de hypothese geformuleerd was, was de eerste begeleiding om verder te verdiepen in het onderwerp omdat de leerlingen zeer weinig kennis van elektronica bezitten. Richtvragen zoals ‘wat is een diode?’ en ‘wat is dat blauwe componentje (capaciteit) in deze video?’ trachtte hen te begeleiden richting een goede proefopstelling. Leerlingen bleven echter bij een simpele proefopstelling waar een piëzo-elektrische kristal rechtstreeks aan een voltmeter verbonden was. De meetresultaten varieerden willekeurig tussen 2V en 8V. De spanning viel heel snel weg.

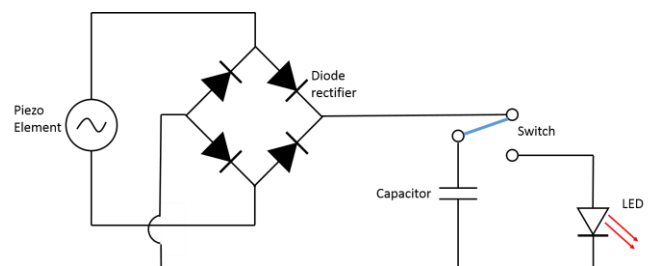


Figuur 21: Schets van de opgewekte spanning in functie van de tijd bij een piëzo-elektrische kristal.

De grootste valkuil van zelfgestuurd leren is volgens Cuyvers (2020) het niet inspelen op de

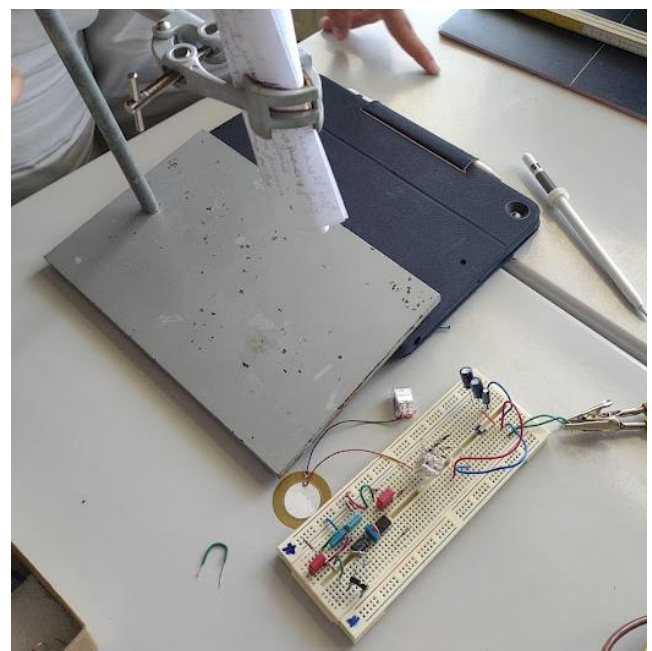
sturing die de leerling nodig heeft. De leerlingen hadden directere sturing nodig om uit de impasse te komen. Figuur 21 kaderde dat opbouw en afbouw van spanning zo snel is dat de Voltmeter maar één specifiek punt op de curve kan tonen.

We vroegen de leerlingen terug te gaan naar de eerdere richtvragen en video's en op zoek te gaan naar specifieke elektrische schema's die hun konden helpen. Zo kwamen ze vrij snel uit bij Figuur 22.



Figuur 22: Elektrisch schema voor energie van piëzo-elektrische kristal op te slaan in een capaciteit via een gelijkrichter met 4 diodes (Zelisko & Anderson, 2014).

Van daaruit kon de proefopstelling geoptimaliseerd worden met een elektrische schakeling erbij, zoals te zien is op de foto in Figuur 23.



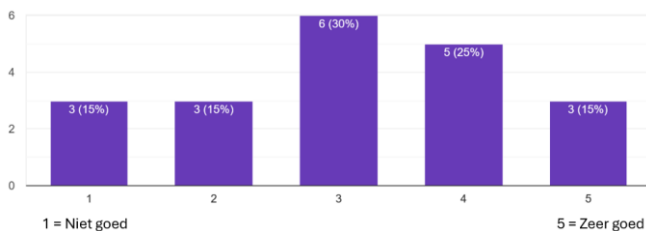
Figuur 23: Uitvoering van een project met piëzo-elektrische kristallen waar leerlingen een knikker laten vallen op een sensor en het signaal opvangen via elektronica.

We mogen het doelgerichte leren niet uit het oog verliezen als leerkracht. Het doel is hier STEM-vaardigheden aanleren, waar ook het probleemoplossend vermogen bij hoort. We laten dus plaats voor stappen in de verkeerde richting. We hopen zelfs dat door het maken en corrigeren van fouten, er een diepgaandere ervaring en leermoment voor de leerlingen aanwezig was.

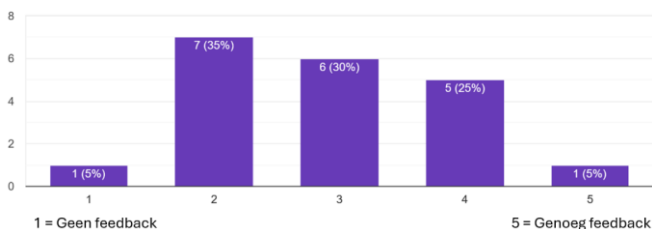
3.4 Resultaten over het leerproces

Er was een enorme spreiding bij de antwoorden op de vragen die ging over focus en feedback (Figuur 24).

Focus: Hoe goed kon je je concentreren tijdens de lessen?
20 antwoorden



Feedback: in welke mate heb je tijdens de lessen feedback gekregen om mijn denkproces te verbeteren en bij te sturen?
20 antwoorden



Figuur 24: Resultaat van twee vragen over het leerproces.

Er is een grote groep van leerlingen relatief tevreden over de focus en de feedback. Toch zijn er verschillende leerlingen niet tevreden. Dit is eerder verontrustend en geeft aanleiding voor een nieuwe bevraging die dieper ingaat op de redenen waarom leerlingen dit ondervinden. In de huidige structuur van open vragen zijn er specifieke suggesties ter verbetering te vinden. Dit betekent ook dat er nog verbeterpotentieel in deze lessenreeks zit.

4. Conclusie en discussie

Om te komen tot verhoogde motivatie, welbevinden, leerwinst en/of leerefficiëntie (Castelein, Coens, De Witte, Houben, Lauwers, Segers en Van den Branden, 2016) werd er in dit onderzoek geëxperimenteerd met differentiatie op een kleine doelgroep van twee specifieke klassen in Humaniora Kindsheid Jesu. Een samenvatting van de bevindingen van het onderzoek volgt:

- Er is geen grote nood op differentiatie op voorkennis;
- Er is grote nood aan differentiatie op basis van werkvormen. De grootste groep van leerlingen (85%) heeft nood aan een gestructureerd theoretische kadering. Naarmate er een grotere vorm van zelfredzaamheid van de leerlingen verwacht wordt, daalt de animo er voor deze werkvormen;
- De mate van zelfstandigheid is goed afgestemd op de noden van de klas;
- Er is een grote spreiding in de resultaten van de bevraging over interactie, focus en feedback, hetgeen aanleiding geeft voor een volgend onderzoek.

Enkele leermomenten om als leerkracht te groeien in het gebruik en sturing van verschillende werkvormen:

- Combineren van werkvormen zorgt voor gepaste afwisseling en breder denken. Onderwijsleergesprekken kunnen gecombineerd worden met oefeningen aan het bord. Think-Pair-Share kan gekoppeld worden aan een demoproef;
- De werkvorm Flipped Classroom wordt zeer slecht onthaald door lage voorkeurscijfers en actief verzet tegen de werkvorm;

- Er kan gekozen worden om een applet te laten ontdekken door de leerling zelf of om de applet te gebruiken als demomateriaal door de leerkracht. Indien de applet een beperkt aantal mogelijkheden biedt, voldoet dit voor gebruik door de leerlingen zelf;
- Controlemomenten en exit cards kunnen minder tijdsintensief en een beter overzicht van de klasgroep geven als ze fysiek plaats vinden i.p.v. digitaal. De voorwaarde is dat er een veilig klasklimaat is;
- Een beperkte tijd invoeren waarin de opdracht voltooid dient te worden werkt motiverend en vermindert de vrijblijvendheid;
- Hoe groter de mate van zelfsturende opdrachten, hoe moeilijker het is om in te schatten of je input als leerkracht te sturend of noodzakelijk is. Deze inschatting vereist ervaring en een overzicht van het groter geheel en de doelgerichtheid van het leren.

De theorie van Vermunt (1992) over constructieve frictie kan je als leerkracht helpen om de lessen goed te kaderen. Er is er een continue wisselwerking nodig tussen de inschatting van het cognitief en het zelfsturend niveau van de leerlingen. Met die inschatting de gepaste sturing voorzien is een sleutel tot efficiënt tijdsgebruik en leerwinst.

Reflectie staat centraal om deze leerwinst te realiseren (Timperley, Wilson, Barrar, & Fung, 2007). Hetgeen voor een klas werkt, werkt niet noodzakelijk ook voor de andere klas. Neem dit onderzoek en het ontwerp dat daaruit volgt niet aan als absolute waarheid. Gebruik het daarentegen als bron voor inspiratie, om over je

eigen klaspraktijken te reflecteren en te zien waar er nog mogelijkheden liggen.

Referentielijst

Cuyvers, K. (2020). *Zelfsturend leren: dit wil je weten als leraar*.

<https://www.klascement.net/artikels/106442/zelfsturend-leren-dit-wil-je-weten-als-leraar/>

Castelein, E., Coens, J., De Witte, K., Houben, A., Lauwers, W., Segers, J., & Van den Branden, K. (2016). *Binnenklasdifferentiatie, een beroepshouding, geen recept*. Acco Leuven — Den Haag.

Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.

Kennisrotonde van het NRO. (z.d.). *Zelfsturing*. Geraadpleegd in 2025, van <https://www.kennisrotonde.nl/zelfsturing>

Pintrich, P.R. (2000). *The role of goal orientation in self-regulated learning*. In M. Boekaerts & P. R. Pintrich (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 451–502). San Diego, CA: Academic Press.

Skinner, D. (2021, 2 januari). *Explanation Needed: What is active noise cancellation? And how does it work?* Tekspez.com. <https://www.tekspez.com/new-blog-2/2021/1/1/explanation-needed-what-is-noise-cancellation-and-how-it-works>

Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H., & Fung, I. (2007). *Teacher Professional Learning and Development: Best Evidence Synthesis Iteration [BES]*. Wellington, New Zealand: Ministry of Education.

Tomlinson, C.A. (2014). *The differentiated classroom. 2nd Edition. Responding to the needs of all learners*. Alexandria, VA USA: ASCD.

University of Colorado Boulder. (2025, 26 maart).

Waves Intro Simulation.

https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_all.html

Vermunt, J. (1992) *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs: naar een procesgerichte instructie in zelfstandig denken.* Proefschrift Katholieke Universiteit Brabant, Tilburg.

Vanhoof, S., & Speltinckx, G. (2025). *Feedback in de klas: Verborgen leerkansen voor leerlingen en studenten vanaf 12 jaar.* Lannoo Meulenhoff - Belgium.

Vascak, V. (z.d.). *Superpositie Simulation.*

Geraadpleegd op 5 april 2025, van

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_skladani_kmitani_3&l=n

Vlaamse Onderwijsinspectie in opdracht van Hilde Crevits. (2015). *Bronnendocument referentiekader voor OK onderwijskwaliteit* [Report]. <http://mijnschoolisok.be/>

Zelisko, M., & Anderson, K. (2014). *Hands-on Activity: Building a Piezoelectric Generator* [Video]. TeachEngineering.org.

https://www.teachengineering.org/activities/view/uoh_piezo_lesson01_activity1

Bijlagen

Bevragingen als meetinstrumenten

Bevraging naar voorkennis

1. In een afgesloten glazen bokaal, zit een hoeveelheid gas. Wat gebeurt er met het volume als je de druk halveert en tegelijkertijd de temperatuur (in K) verdubbelt? Meerkeuzevraag.
2. Verklaar je vorig antwoord a.d.h.v. het deeltjesmodel. Open vraag.
3. 12g propaangas (C_3H_8 , 44,10 g/mol) wordt verbrand in een afgesloten ruimte. Er is ook 40g zuurstofgas (O_2 , 32,00 g/mol) aanwezig in deze ruimte. Je mag ervan uit gaan dat er enkel CO_2 en H_2O vrij komt om een reactievergelijking op te stellen. Is de verbranding volledig (m.a.w. alle propaan is opgebrand)? Ja/Nee-vraag.
4. Ga verder op de vorige vraag. Hoeveel gram blijft er over van elke van de reagentia? Open vraag.

In het artikel worden deze vragen opgedeeld in twee categorieën. Vraag 1 en 3 worden beschouwd als 'gesloten basisvragen', terwijl vraag 2 en 4 als 'open begripsvragen' beschouwd worden.

Bevraging naar specifiek noden

1. Duidelijkheid 1: hoe duidelijk vind je de verwachtingen (leerdoelen / waarom we leren / wat je moet kennen)? Cijfer van 1 tot 5.
2. Duidelijkheid 2: welk advies zou je me willen geven om de duidelijkheid van de lessen te verbeteren? Open vraag.

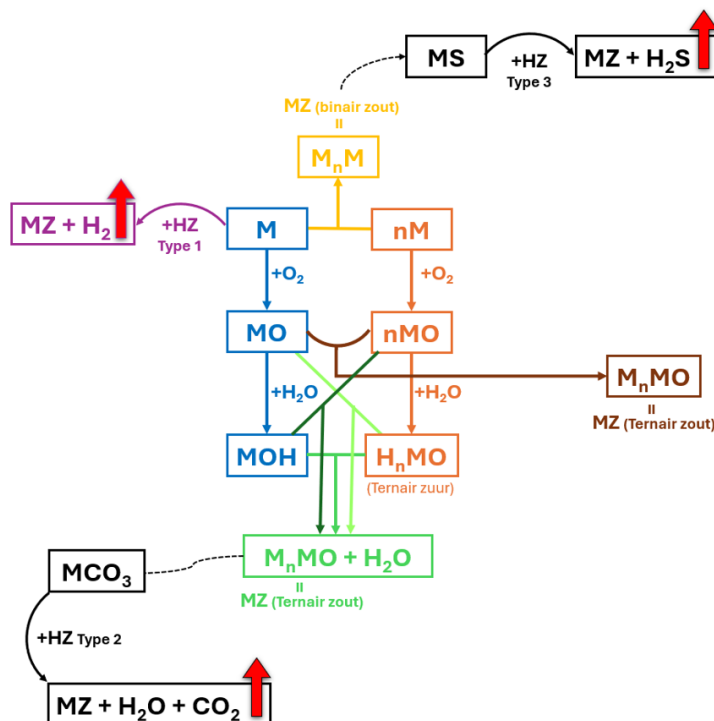
3. Autonomie 1: vond je dat je genoeg kans kreeg om zelfstandig te werken tijdens de lessen? Cijfer van 1 tot 5.
4. Autonomie 2: als jij de manier van werken zou mogen kiezen, welke van de onderstaande manieren passen het beste bij jou? Meerkeuzevraag.
5. Interesse: in welke mate vind je de leerstof toepasbaar voor je eigen leven of op je toekomstige studies? Cijfer van 1 tot 5.
6. Moeilijkheidsgraad: Hoe uitdagen vind je de lessen / in welke mate wordt je uitgedaagd om diep na te denken? Cijfer van 1 tot 5.
7. Interactie: Waar ligt volgens jou de balans tussen de sturing van de leerkracht en je eigen inbreng goed? Cijfer van 1 tot 5.
8. Feedback: in welke mate heb je tijdens de lessen feedback gekregen om mijn denkproces te verbeteren en bij te sturen? Cijfer van 1 tot 5.
9. Focus: Hoe goed kon je je concentreren tijdens de lessen? Cijfer van 1 tot 5.
10. Welke tips heb je voor het bevorderen van de moeilijkheidsgraad, interactie, focus en feedback? Open vraag.
11. Flipped Classroom 1: jullie hebben een video gekregen om op voorhand te kijken. Welke van onderstaande uitspraken passen bij jouw ervaring hiermee? Meerkeuzevraag.
12. Flipped Classroom 2: Welk advies zou je mij geven om de Flipped Classroom te verbeteren? Open vraag.
13. Welke algemene tips zou je mij nog willen meegeven? Open vraag.

Concept van het creatief ontwerp

Het creatief ontwerp zal een opeenvolging worden van steekkaarten die elk een specifieke werkvorm tonen. Je kan het zien als een presentatie of een opeenvolging van postertjes. Elke steekkaart zal een afbeelding bevatten, met daarnaast korte steekwoorden. Op die manier krijgt de lezer een kort overzicht van elke werkvorm en wordt vergelijken eenvoudiger. De lezer krijgt zo antwoord op enkele van de volgende vragen:

1. Wanneer deze werkvorm toepassen?
2. Waarom kan deze werkvorm nuttig zijn?
3. Hoe verloopt de sturing het best?

De onderstaande afbeelding is een concept voorbeeld van een steekkaart.



Examenvragen verzinnen

Wanneer?

- Als afsluiter

Waarom?

- Hoger orde denken
- Autonomie geven

Hoe?

- Voorbeelden voorzien
- Score op zetten
- Groepswork

Figuur 25: Voorbeeld van een steekkaart voor de werkvorm 'Examenvragen verzinnen'.