



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Onderzoek in je eigen klas

Gilleen Aerts

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Katrien STRUYVEN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2021

2022



School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Onderzoek in je eigen klas

Gilleen Aerts

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Katrien STRUYVEN

Inhoudstabel

Abstract	3
1 Literatuurstudie en probleemstelling	5
2 Onderzoeksopzet en -methoden.....	9
2.1 begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen.....	9
2.2 begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek.....	11
3 Onderzoeksresultaten	13
3.1 begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen.....	13
3.2 begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek.....	16
4 Conclusie en discussie.....	19
4.1 begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen.....	19
4.2 begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek.....	20
5 Referentielijst.....	21
6 Bijlagen.....	23
Bijlage 1: Cursustekst hoofdstuk logaritmen	23
Bijlage 2: Extra ondersteuning logaritmen	31
Bijlage 3: Evaluatieformulier begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen	37
Bijlage 4: Instructieblad practicum wateronderzoek deel 2: titraties	38
Bijlage 5: Evaluatieformulier begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek.....	39
Bijlage 6: Beschrijving creatief eindproduct	40
Bijlage 7: Zoekplan literatuurstudie	41

Abstract

In het kader van 'blended learning', een verstrengeling van het online en face-to-face aanbieden van lesmateriaal aan leerlingen met als doel meer resultaat te halen zowel wat betreft leerwinst als welbevinden, werd in vier klassen uit het eerste leerjaar van de derde graad van het Sint-Jozefinstituut Bokrijk een onderzoek uitgevoerd waar er voor een bepaald deel van het curriculum gewerkt werd met leerstof aangeboden in lesvideo's. Voor de klassen uit de richtingen TSO Chemie, ASO Economie – moderne talen en ASO Latijn – moderne talen gebeurde dit in de vorm van een begeleid zelfstandig werk wiskunde met als onderwerp logaritmen. De leerlingen kregen bij de vier verschillende soorten oefeningen die gekend moesten zijn voor elke soort een instructievideo waarin de oplossingsstrategie werd uitgelegd, waarna de leerlingen zelfstandig soortgelijke oefeningen moesten oplossen. De leerkracht was hierbij steeds ter beschikking om te helpen waar nodig. Voor de klas uit de richting ASO Wetenschappen – wiskunde gebeurde het aanbieden van de leerstof in een lesvideo tijdens een labo voor het begeleid zelfstandig werk wetenschappen over het spectrofotometrisch bepalen van het sulfaatgehalte in drinkwater. Tijdens een ICT-les werd aan de leerlingen in een lesvideo de werkwijze en het te gebruiken materiaal toegelicht en werd aan de leerlingen getoond hoe ze een werkschema om hen te helpen bij het labo moeten opstellen. De week nadien volgde het eigenlijke practicum.

De leerlingen die het begeleid zelfstandig werk wiskunde volgden gaven aan dat het werken met lesvideo's een leuke manier van werken was en dat de leerstof duidelijk werd aangebracht. Een aanzienlijk aantal leerlingen gaf aan meer gemotiveerd te zijn geweest dan bij een klassieke lesmethode en de leerstof beter te kunnen hebben verwerkt, terwijl een aantal leerlingen eerder onverschillig was. Een aandachtspunt is dat er best ook meer uitdagende oefeningen of zelfs uitbreidingsleerstof voorzien kunnen worden voor de sterkere leerlingen die vroegtijdig klaar zijn.

De leerlingen die het begeleid zelfstandig werk wetenschappen volgden gaven aan dat de leerstof in de instructievideo ter voorbereiding van het labo duidelijk werd aangebracht, maar het merendeel van de leerlingen vond het geen leuke manier van werken. Ook waren er leerlingen die aangaven dat ze zich duidelijk minder goed konden motiveren dan bij een klassieke lesmethode en zelfs velen die er van overtuigd waren dat ze zich minder goed konden voorbereiden. De redenen hiervoor waren het feit dat de instructievideo te lang was en er te veel leerstof in één keer werd aangebracht. De leerlingen hadden ook niet de mogelijkheid om na te gaan of ze de leerstof wel volledig begrepen. Deze problemen waren niet aanwezig bij het begeleid zelfstandig werk wiskunde.

Om er voor te zorgen dat de implicatie van blended learning door middel van het gebruik van lesvideo's leidt tot een stijging in leerwinst en welbevinden van de leerlingen kan geconcludeerd worden dat het belangrijk is de lesvideo's kort te houden, niet te veel leerstof in één keer aan te bieden en de leerlingen meteen de mogelijkheid te geven om de aangebrachte leerstof zelf in te oefenen. Ook is het een goede zaak om de leerstof op zo veel mogelijk verschillende manieren aan te bieden, zodat elke leerling de kans heeft om de leerstof op zijn of haar gewenste manier te verwerken.

1 Literatuurstudie en probleemstelling

Naar aanleiding van de lockdown tijdens de Coronacrisis werden de leerlingen van het secundair onderwijs in Vlaanderen in de lente van 2020 plotsklaps in plaats van voltijds contactonderwijs onderwezen via voltijds online afstandsonderwijs. In de herfst van datzelfde jaar bleek voltijds contactonderwijs opnieuw niet mogelijk, maar ditmaal werd er gekozen voor een mix van deeltijds online afstandsonderwijs en deeltijds contactonderwijs. Nagenoeg het volledige schooljaar '20-'21 werd op die manier volgemaakt in een kader van 'blended learning'.

Met een korte en algemene definitie kan blended learning omschreven worden als 'alle vormen van verstrengeling van het online en face-to-face aanbieden van lesmateriaal' (Graham, 2013, geciteerd in Dziuban et al., 2018). Omdat dit op veel verschillende manieren geïnterpreteerd kan worden, is er heel wat onderzoek dat als onderzoek naar blended learning geklasseerd kan worden. Zo voerde een team onderzoekers van de universiteit Gent, universiteit Brussel en de hogeschool Thomas More (Versmissen et al., 2022) recent in opdracht van de Vlaamse overheid een onderzoek uit naar de implementatie van blended learning in het Vlaamse secundair en hoger onderwijs tijdens de lockdowns. Zij onderzochten uitgebreid op welke verschillende manieren aan blended learning werd gedaan en welke problemen het meest naar boven kwamen en deden aanbevelingen voor secundaire scholen om de implementatie van blended learning in de toekomst zo vlot mogelijk te laten verlopen.

Tijdens het onderzoek werd reeds snel duidelijk dat in de meeste gevallen de online lesaangelegenheden louter bestonden uit een vervanging van een face-to-face les (Versmissen et al., 2022). Online communicatieplatformen als Microsoft Teams en Smartschool Live werden daarbij vaak ingezet om bijvoorbeeld PowerPointpresentaties af te spelen en daarbij te doceren. Ook 'vragenuurtjes' bleken regelmatig gepland te worden. Veel leerkrachten zagen het online lesgeven ook tijdens het schooljaar '20-'21 nog altijd als een noodoplossing en niet als een aangeboden mogelijkheid tot een veelzijdigere manier van lesgeven. Een kleine greep uit recent gevoerd onderzoek (Versmissen et al., 2022; Zheng et al., 2020; Martín-García, 2020; Dziuban et al., 2018; Nouri, 2016; Moskal, Dziuban & Hartman, 2013) leert echter snel dat het perfect mogelijk is om op een structurele manier online onderwijsvormen te implementeren in de onderwijspraktijk om zo op een efficiënte manier een meerwaarde te bekomen in plaats van online lesvormen te gebruiken als noodoplossing.

Het wereldwijd meest gevolgde model van blended learning, zeker voor onderwijs aan minderjarigen, is een rotatiemodel, waarbij online en face-to-face leermomenten elkaar afwisselen (Staker & Horn, 2012, geciteerd in Versmissen et al., 2022). Hieronder kunnen nog vier submodellen onderscheiden worden:

- Stationrotatie: er worden in één lokaal verschillende leeractiviteiten opgesteld, zowel met als zonder gebruik van ICT-hulpmiddelen. De leerlingen worden vervolgens opgedeeld en doorlopen volgens een doorschuifstelsel elke activiteit.
- Labrotatie: dit submodel is gelijkaardig aan de stationrotatie, met als verschil dat er nu gebruik wordt gemaakt van verschillende lokalen voor de verschillende leeractiviteiten (labo, ICT-lokaal, etc.).
- Individuele rotatie: de leerlingen kunnen zelf uit een aantal verschillende aangeboden leeractiviteiten kiezen welke ze doorlopen om de leerstof naar hun inschatting het efficiëntst te verwerken te krijgen. Ze hoeven bij dit submodel niet alle activiteiten te doorlopen.
- Flipped classroom: de leerlingen verwerken een bepaalde hoeveelheid leerstof op eigen houtje buiten de lessen. Het is mogelijk om deze leerstof online, bijvoorbeeld met behulp van video-instructie, aan te bieden. Tijdens de face-to-face contactmomenten op school wordt deze leerstof dan kort besproken, waarna er uitvoerig de tijd wordt genomen om ze te verwerken via toepassingsvragen en oefeningen.

Het dient meteen gezegd te worden dat de eerste twee submodellen van het rotatiemodel, stationrotatie en labrotatie, niet meteen van toepassing zijn wanneer er gezocht moet worden naar een efficiënte manier van lesgeven in een situatie zoals in het schooljaar '20-'21, waarbij de leerlingen regelmatig volledige dagen online van thuis uit les moeten volgen. De individuele rotatie en flipped classroom kunnen wel een goed vertrekpunt zijn, door bijvoorbeeld de leerstof via een instructievideo aan te bieden naast de tekst in een cursus of handboek om de leerlingen te ondersteunen. Versmissen et al. gaven echter al aan dat er wat betreft het implementeren van blended learning op lange termijn verder moet gekeken worden dan de situatie tijdens de voorbije lockdowns. Wanneer als vertrekpunt een situatie wordt genomen waarin iedere lesvorm, zowel online als face-to-face, mogelijk is, is het goed te begrijpen dat het rotatiemodel en haar submodellen het vaakst verkozen worden door leerkrachten die aan blended learning willen doen.

In vroegere onderzoeken naar het succes van blended learning (rond de eeuwwisseling) werd er nog voorzichtig omgesprongen: er werd aangeraden om rustig stap voor stap te werken, om de waarden en kwaliteit van het traditioneel onderwijs waar jaren aan gebouwd is te beschermen (Moskal, Dziuban & Hartman, 2013). Daarnaast bleek het ook moeilijk om besluiten te trekken of richtlijnen voor scholen te formuleren omtrent bijvoorbeeld de beste online leermiddelen of de ideale verhouding tussen online en face-to-face lesmomenten op basis van de data die volgden uit de gevoerde klasonderzoeken waar geëxperimenteerd werd met allerlei vormen van online lesgeven. Blended learning blijkt immers zeer 'observer dependant' te zijn: er is geen 'one size fits all' model voor het ontwerpen van een curriculum dat online en face-to-face lesvormen combineert en voordelig is voor alle lerenden. Naarmate de jaren vorderden bleek echter steeds vaker dat blended learning door veel leerlingen wel geapprecieerd wordt in vergelijking met voltijds face-to-face onderwijs. Indien er op een doordachte manier aan blended learning gedaan wordt, kan deze methode van lesgeven tal van voordelen opleveren voor de leerlingen op gebied van motivatie en leerwinst.

Hoewel er dus geen standaard stappenplan is om blended learning op een succesvolle manier te implementeren, zijn er wel een aantal zaken die door leerkrachten in acht genomen kunnen worden om de kans op succes te maximaliseren:

- Sta open voor een gewoonteverandering en probeer dit ook door te geven aan de leerlingen (Martín-García, 2020).
- Start vanuit het idee dat het implementeren van online lesmiddelen in de eerste plaats meer tijd moet creëren voor persoonlijke begeleiding en feedback aan de leerlingen tijdens de face-to-face lesmomenten (Dziuban et al., 2018).
- Zorg dat het voor de leerlingen duidelijk is hoe ze de online lesmiddelen kunnen gebruiken en waarom er voor deze online lesmiddelen gekozen wordt (Dziuban et al., 2018).
- Creëer een leeromgeving waarin de leerlingen zich goed voelen en die de leerlingen aanzet tot leren. De implementatie van online lesmiddelen moet dus duidelijk een bijdrage leveren aan zowel het welbevinden als de leerwinst van de leerlingen (Dziuban et al., 2018).
- Zorg ervoor dat de implementatie van online lesmiddelen leidt tot meer activerende werkvormen (Martín-García, 2020).
- Zorg voor een goede balans tussen online en face-to-face lesmomenten (Moskal, Dziuban & Hartman, 2013).
- Indien er online lesmateriaal zelfstandig bestudeerd moet worden, hou dit materiaal dat kort en bondig (Martín-García, 2020).
- Zorg dat de online leermiddelen makkelijk toegankelijk zijn, ook voor leerlingen die het financieel moeilijker hebben (Dziuban et al., 2018).
- Indien het voor het leerproces onontbeerlijk is dat de leerlingen de online lesmiddelen bestuderen (bijvoorbeeld zelfstandig thuis een instructievideo bekijken), is het belangrijk om na te gaan of dat ook effectief gebeurd is. Dit kan door gebruik te maken van een korte bevraging via Socrative, Kahoot!, Google Forms, etc. (Martín-García, 2020).

Indien deze richtlijnen in acht genomen worden, vergroot de kans dat de implementatie van blended learning heel wat voordelen oplevert voor de leerlingen, zowel wat betreft leerwinst als welbevinden:

- Indien goed uitgewerkt, is het online lesmateriaal altijd en overal beschikbaar voor de leerlingen (Moskal, Dziuban & Hartman, 2013).
- Er is veel variatie mogelijk dankzij het tegenwoordig zeer uitgebreide aanbod aan online lesmiddelen, waardoor de leerkracht op zoek kan gaan naar een methode die bij zo veel mogelijk leerlingen aanslaat (Moskal, Dziuban & Hartman, 2013).
- De mogelijkheid tot implementatie van blended learning kan/moet een motivatie zijn voor leerkrachten om de face-to-face lesmomenten efficiënter te benutten (Moskal, Dziuban & Hartman, 2013). Verschillende problemen die optreden bij 'klassiek lesgeven' kunnen zo opgelost worden: passieve leerlingen die steeds meer hun aandacht verliezen, een leertempo dat niet aangepast is aan alle leerlingen, etc. (Nouri, 2016).

Nouri (2016) breekt in het bijzonder een lans voor het implementeren van een flipped classroom, het submodel van blended learning waarbij hetgeen 'normaal' in de klas gebeurt en 'normaal' thuis gebeurt wordt omgedraaid, zoals hierboven aangegeven. De leerlingen zelfstandig online lesmateriaal (voornamelijk instructievideo's) laten verwerken om vervolgens tijdens face-to-face momenten volop in te zetten op het inoefenen van de leerstof is volgens hem een waardevolle methode voor het leren toepassen van oplosstrategieën en biedt heel wat specifieke voordelen:

- Een flipped classroom kan vooral voor minder sterke leerlingen een verhoging in motivatie, engagement en leerwinst betekenen.
- Iedere leerling kan op zijn eigen leertempo de leerstof verwerken. Als leerstof wordt aangebracht met behulp van lesvideo's helpt de mogelijkheid tot pauzeren, terugspoelen, etc. hier enorm bij.
- Er is meer ruimte voor individuele feedback naar de leerlingen toe.
- Er wordt meer controle en verantwoordelijkheid in de handen van de leerlingen gelegd, wat hen leert hoe ze hiermee het beste kunnen omgaan.

Ook uit een meta-analyse uitgevoerd door Zheng et al. (2020) blijkt het implementeren van een flipped classroom door gebruik te maken van instructievideo's één van de best werkende blended learning methoden te zijn om oplossingsstrategieën voor problemen aan te leren. Dit blijkt vooral het geval te zijn in het hoger onderwijs, waar van de leerlingen een grote mate van verantwoordelijkheid en discipline verwacht mag worden. Onderzoek in het onderwijs aan minderjarigen is schaarser, omdat hier vaak in een minder vrij kader gewerkt kan worden door de leerkrachten. Toch zijn er voldoende studies te vinden die aangeven dat de implementatie van blended learning, zelfs in beperkte mate, ook hier vaak een stijging in motivatie en leerwinst voor de leerlingen kan betekenen.

In deze thesis wordt getracht een bijdrage te leveren aan het onderzoek naar de implementatie van blended learning in het secundair onderwijs. In verschillende contexten binnen de derde graad ASO en TSO van het secundair onderwijs werd gebruikt gemaakt van lesvideo's die door de leerlingen gebruikt konden/ moesten worden om de leerstof te verwerken. Hoewel zoals eerder vermeld dataverzameling en vooral data-analyse moeilijk is, werd er toch gezocht naar een antwoord op de volgende vragen:

- Stelt de implementatie van blended learning door middel van lesvideo's de leerlingen beter in staat leerstof te verwerken?
- Verhoogt de implementatie van blended learning door middel van lesvideo's het engagement en de motivatie van de leerlingen?
- Verkiezen leerlingen onderwijs via blended learning boven een klassieke lesmethode?

2 Onderzoeksopzet en -methoden

2.1 begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen

Het eerste deel van het onderzoek werd uitgevoerd in twee klassen van het eerste leerjaar van de derde graad op het Sint-Jozefinstituut Bokrijk in februari van het schooljaar '21-'22. De eerste klas volgde de richting TSO Chemie, terwijl de tweede klas een mix was van leerlingen uit de richtingen ASO Economie – moderne talen en ASO Latijn – moderne talen.

Beide klassen krijgen wekelijks drie lessen wiskunde. Hoewel de leerplannen wiskunde van het Katholiek onderwijs Vlaanderen (VVKSO) voor de richtingen niet volledig overeen komen, zijn de volgende twee leerplandoelstellingen onder het thema 'exponentiële en logaritmische functies' identiek:

- Leerplandoelstelling EF3 (TSO Chemie, leerplannummer D/2004/0279/023) / F27 (ASO Economie en Latijn – moderne talen, leerplannummer D/2004/0279/021):

De leerlingen kunnen het begrip $^a\log b$ definiëren.

- Leerplandoelstelling EF4 (TSO Chemie, leerplannummer D/2004/0279/023) / F28 (ASO Economie en Latijn – moderne talen, leerplannummer D/2004/0279/021):

De leerlingen kunnen eigenschappen van de bewerkingen met logaritmen formuleren.

Binnen de vakwerkgroep wiskunde op het Sint-Jozefinstituut Bokrijk werd afgesproken dat de leerlingen uit de bovengenoemde richtingen naast het definiëren en formuleren ook vier verschillende soorten oefeningen moeten kunnen oplossen, waarbij uit hun oplossingsstrategie door de leerkracht kan opgemaakt worden of de definitie van een logaritme en de eigenschappen van de bewerkingen met logaritmen ook daadwerkelijk begrepen zijn.

Er werd een korte cursustekst van acht pagina's opgesteld voor de leerlingen waarin de definitie van een logaritme, de eigenschappen van de bewerkingen met logaritmen en oefeningen staan (zie bijlage 1). In beide klassen werd het hoofdstuk afgewerkt op twee weken, ofwel zes lessen. Tijdens het eerste lesuur werd op een veelal klassieke manier lesgegeven. De definitie van een logaritme en de eigenschappen van de bewerkingen met logaritmen werden theoretisch in een mix van doceren en een onderwijsleergesprek toegelicht. Tijdens de laatste tien minuten van de les werd uitgelegd hoe de volgende vijf lessen zouden doorgaan: onder de noemer 'begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen' mochten de leerlingen alle oefeningen in de cursus oplossen. Zoals hierboven beschreven zijn er vier verschillende soorten oefeningen. In de cursus staan zeven oefeningen van iedere soort. Als instructie werd één oefening van elke soort opgelost in een korte instructievideo van een kleine tien minuten om de oplossingsstrategie aan te brengen. De vier instructievideo's zijn terug te vinden op YouTube en konden door de leerlingen thuis, maar ook tijdens de les met behulp van een gsm en hoofdtelefoon bekeken worden:

- 5 LMT/EMT/CHE Oefening 1d Hoofdstuk 3: Logaritmen
<https://youtu.be/DMJ6TrYOsGQ>
- 5 LMT/EMT/CHE Oefening 2d Hoofdstuk 3: Logaritmen
<https://youtu.be/Nvb6ea08DrM>
- 5 LMT/EMT/CHE Oefening 3d Hoofdstuk 3: Logaritmen
<https://youtu.be/UEyaRoHIHEs>
- 5 LMT/EMT/CHE Oefening 4d Hoofdstuk 3: Logaritmen
<https://youtu.be/df2JMa3S70A>

Wat betreft de submodellen van het rotatiemodel van blended learning werd er, ondanks het gebruik van instructievideo's, niet echt gewerkt in een flipped classroom, omdat het kader van het secundair onderwijs dit moeilijker toelaat en de plotse overgang van een klassieke manier van lesgeven te groot zou zijn. Het submodel dat bij deze manier van werken het best benaderd wordt is de individuele rotatie. De leerlingen hadden immers verschillende, zowel klassieke als online, leermiddelen ter beschikking en konden in principe zelf uitkiezen met welke middelen ze werkten om de leerstof het efficiëntst verwerkt te krijgen.

Aan de leerlingen werd meegedeeld dat ze niet verplicht alle 28 oefeningen (inclusief de vier in de video uitgewerkte oefeningen) op het einde van de tweede week opgelost moesten hebben, maar dat ze wel een cijfer kregen op hun inzet tijdens de vijf lessen. De leerlingen mochten zelf uitmaken hoeveel oefeningen van elke soort ze maakten om de oplossingsstrategieën in te oefenen. De leerlingen kregen ook de keuze om alleen te werken of samen met een klasgenoot. Een productieve samenwerking kan immers zowel de motivatie als de leerwinst verhogen (Martín-García, 2020). Tijdens de vijf lessen was de leerkracht ook steeds beschikbaar om individuele vragen te beantwoorden.

Het begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen was voor beide klassen ingepland tijdens de laatste twee lesweken voor de krokusvakantie. Er werd een extra document met nog vier extra stap voor stap opgeloste oefeningen en extra zelf te maken oefeningen voor de leerlingen beschikbaar gesteld zodat ze indien gewenst de leerstof nog verder konden inoefenen tijdens de vakantie (zie bijlage 2). Een test over het hoofdstuk logaritmen werd ingepland op de tweede wiskundeles na de vakantie, zodat de leerlingen na de vakantie nog de mogelijkheid hadden om vragen te stellen over de leerstof.

Na de test werd aan de leerlingen gevraagd een kort evaluatieformulier in te vullen (zie bijlage 3). Deze bevraging peilde vooral naar de leerlingen hun engagement en motivatie tijdens het begeleid zelfstandig werk en vroeg hen of ze deze manier van werken verkozen boven de klassieke manier van lesgeven. Ten slotte werden ook hun testresultaten zeer voorzichtig vergeleken met de resultaten van de leerlingen uit dezelfde klassen in het voorgaande schooljaar '20-'21.

2.2 begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek

Het tweede deel van het onderzoek werd uitgevoerd in een klas van het eerste leerjaar van de derde graad uit de richting ASO Wetenschappen – wiskunde op het Sint-Jozefinstituut Bokrijk in mei van het schooljaar '21-'22. Deze klas krijgt wekelijks twee lessen begeleid zelfstandig werk wetenschappen, een vak waarvoor als invulling van de vrije ruimte geen leerplan voorzien is.

Voor deze klas werd een practicum chemie omtrent het bepalen van de mineraalgehalten in water uitgewerkt, bestaande uit twee delen: enerzijds werd het sulfaatgehalte van enkele waterstalen bepaald via een spectrofotometrische analyse, anderzijds werden het chloridegehalte en het bicarbonaatgehalte van enkele waterstalen bepaald via een titrimetrische analyse.

Voor het eerste deel, de spectrofotometrische analyse, werd gebruik gemaakt van een instructievideo waarin aan de leerlingen het doel van het labo, het te gebruiken materiaal, de werkwijze, etc. werden toegelicht. Ook werd in deze video een werkschema opgesteld om tijdens het practicum zelf te gebruiken. De bedoeling was dat de leerlingen dit werkschema overnamen tijdens het bekijken van de video en eventueel verder aanvulden. De instructievideo is terug te vinden op YouTube:

- Labo: Bepaling van het sulfaatgehalte in water

<https://youtu.be/RtTUR69qFEE>

Om te verzekeren dat de leerlingen de video ook effectief bekeken en niet louter het werkschema zonder nadenken overschreven van een medeleerling, gebeurde het bekijken van de instructievideo een week voor het labo, tijdens de les onder toezicht van de leerkracht. De week nadien werd van de leerlingen verwacht dat ze meteen bij de start van het labo per twee zelfstandig begonnen met het uitvoeren van het practicum. De leerkracht was tijdens het practicum aanwezig om vragen te beantwoorden en om bij te sturen waar nodig. Na het labo kregen de leerlingen een week de tijd om hun resultaten te verwerken in een verslag.

Wat betreft de submodellen van het rotatiemodel van blended learning wordt deze werkwijze het best beschreven als een labrotatie aangezien er, hoewel er een week tussen de verschillende activiteiten zat, gebruik werd gemaakt van een ICT-lokaal voor het verwerken van de instructievideo en een labolokaal voor het uitvoeren van het practicum. De implementatie van een flipped classroom was in principe ook een mogelijkheid geweest: de leerlingen thuis de video laten bekijken en het werkschema op laten stellen om hen daarna een korte vragenlijst in te laten vullen via Socrative, Google forms, etc. om na te gaan of ze de video ook effectief bekeken hadden.

Het tweede deel van het labo, de titrimetrische analyse, ging de week na het eerste labodeel door en werd op een zeer klassieke manier gegeven. Tijdens de eerste 20 minuten van het labo werden het doel van het labo, het te gebruiken materiaal en de werkwijze aan de leerlingen gedoceerd. Ze kregen ook ieder een kort werkblad met instructies (zie bijlage 4). Vervolgens mochten ze opnieuw per twee het practicum uitvoeren. De leerkracht was tijdens het practicum aanwezig om vragen te beantwoorden en om bij te sturen waar nodig. Na het labo kregen de leerlingen opnieuw een week de tijd om hun resultaten te verwerken in een verslag.

Na het uitvoeren van beide labodelen werd aan de leerlingen gevraagd een kort evaluatieformulier in te vullen (zie bijlage 5). Deze bevraging peilde naar de leerlingen hun engagement en motivatie en vroeg hen of ze de manier van werken van het eerste deel of het tweede deel verkozen.

3 Onderzoeksresultaten

3.1 begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen

Figuur 1 toont de resultaten die volgden uit het door de leerlingen ingevulde evaluatieformulier na het afleggen van de test over het hoofdstuk logaritmen. Achter elk van de vier vragen is voor elk van de drie richtingen (14 leerlingen TSO Chemie, 14 leerlingen ASO Economie – moderne talen en 6 leerlingen ASO Latijn – moderne talen) via het berekend gewogen gemiddelde aangegeven hoe op de vraag geantwoord werd. Dit is ook aangegeven voor alle 34 leerlingen samen, opnieuw berekend via het gewogen gemiddelde.

TSO Chemie (14) ASO Economie – moderne talen (14) ASO Latijn – moderne talen (6) Totaal (34)	Helemaal niet	Eerder niet	Neutraal	Eerder wel	Helemaal wel
Vond je het begeleid zelfstandig werk een leuke manier van werken?				X X X X	
Was de aangebrachte leerstof duidelijk?				X X X	X
Heb je het gevoel dat je de aangebrachte leerstof beter kon verwerken dan bij een 'klassieke' lesmethode?			X X X		
Kon je je tijdens de les makkelijk motiveren om met de leerstof bezig te zijn?			X X	X	X

Figuur 1: Resultaten evaluatieformulier begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen

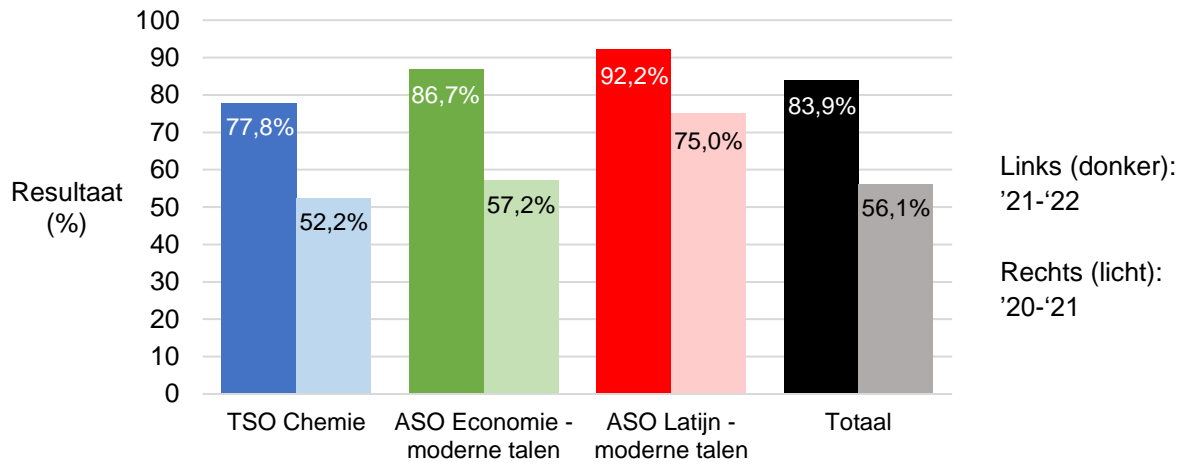
Figuur 1 toont dat er weinig verschil zit tussen de leerlingen uit verschillende richtingen wat betreft hun antwoorden op het evaluatieformulier. Ze gaven aan dat het begeleid zelfstandig werk logaritmen met instructievideo's een leuke manier van werken was en dat de leerstof duidelijk was, maar waren toch wat terughoudender als hen gevraagd werd of ze de leerstof op deze manier beter konden verwerken dan bij een klassieke lesmethode. Wat betreft de motivatie van de leerlingen waren er wel grote verschillen op te merken. Waar de zes leerlingen uit de richting ASO Latijn – moderne talen aangaven dat ze zich goed konden motiveren tijdens de lessen, hadden enkele leerlingen uit de twee andere richtingen hier heel wat meer moeite mee.

Naast de bovenstaande antwoorden werden de volgende opmerkingen van leerlingen verzameld, geparafraseerd uit hun antwoorden op de open vragen van het evaluatieformulier:

- Het was fijn geweest als er als afsluiter nog enkele oefeningen klassikaal aan bord gemaakt zouden zijn. Dan kan je als leerling voor jezelf overlopen of alles duidelijk is.
- Het zou interessant zijn geweest om uitdagendere oefeningen of zelfs uitbreidingsleerstof te voorzien voor de leerlingen die alle oefeningen vroeger opgelost hebben.

De opmerkingen zijn te begrijpen, aangezien in alle klassen bij de laatste les een aantal leerlingen reeds met alle oefeningen klaar waren en er enkel extra oefeningen van dezelfde moeilijkheidsgraad voorzien waren, hoewel de oefeningen in de cursus reeds ruim voldoende waren om de leerstof in te oefenen.

Figuur 2 toont voor iedere richting het gemiddeld resultaat dat behaald werd op de test over het hoofdstuk logaritmen, alsook het gemiddeld resultaat van alle leerlingen samen. Daarnaast is ook telkens in een lichtere kleur het gemiddeld resultaat weergegeven uit het voorgaande schooljaar '20-'21, toen leerlingen uit dezelfde klassen exact dezelfde test kregen.

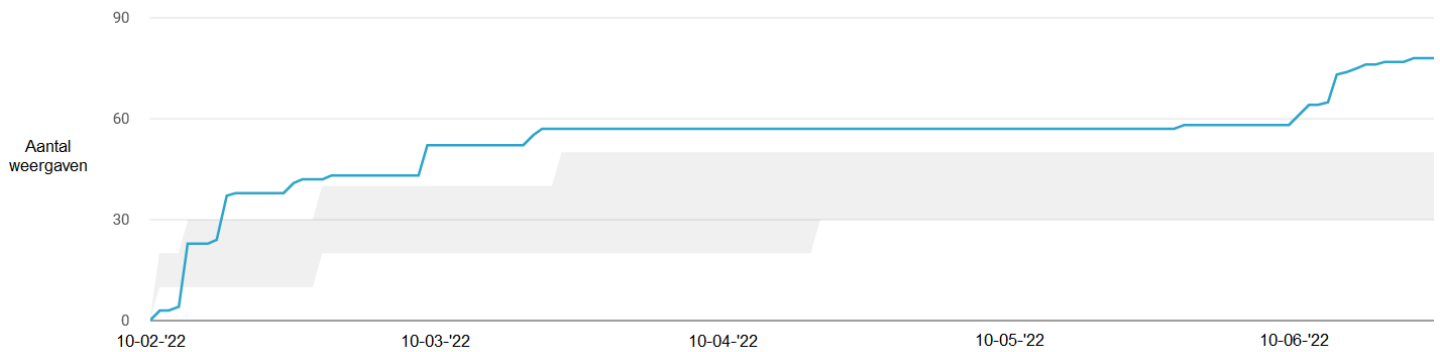


Figuur 2: Vergelijking resultaten test logaritmen

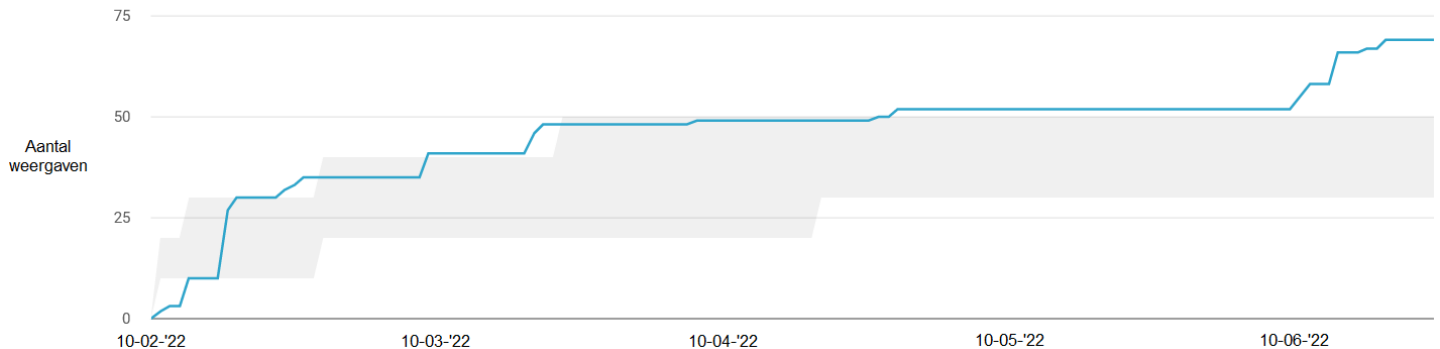
Figuur 2 toont dat alle klassen ruim beter scoorden op de test dan de klassen van het voorgaande schooljaar.

Ten slotte toont figuur 3 het totaal aantal weergaven van iedere video gedurende de eerste maanden na de start van het begeleid zelfstandig werk logaritmen, op 10 februari 2022.

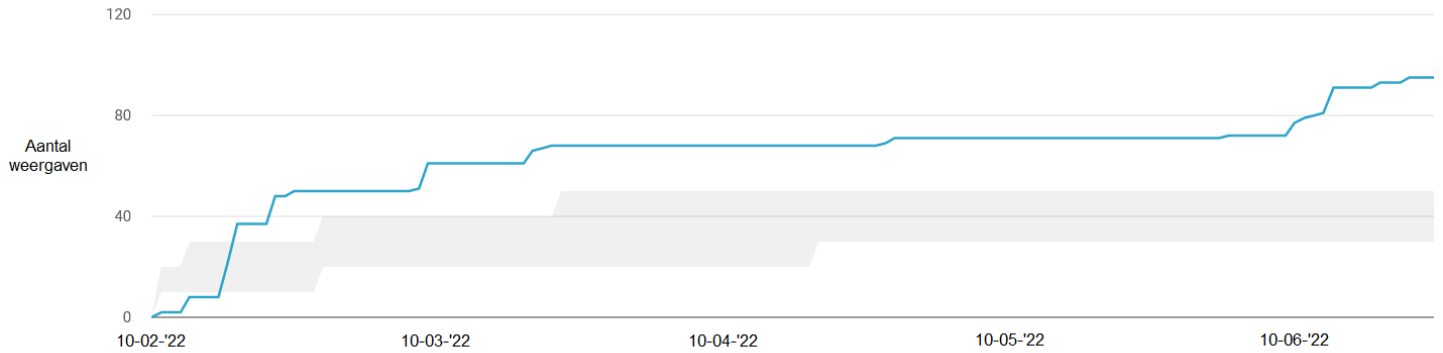
5 LMT/EMT/CHE Oefening 1d Hoofdstuk 3: Logaritmen



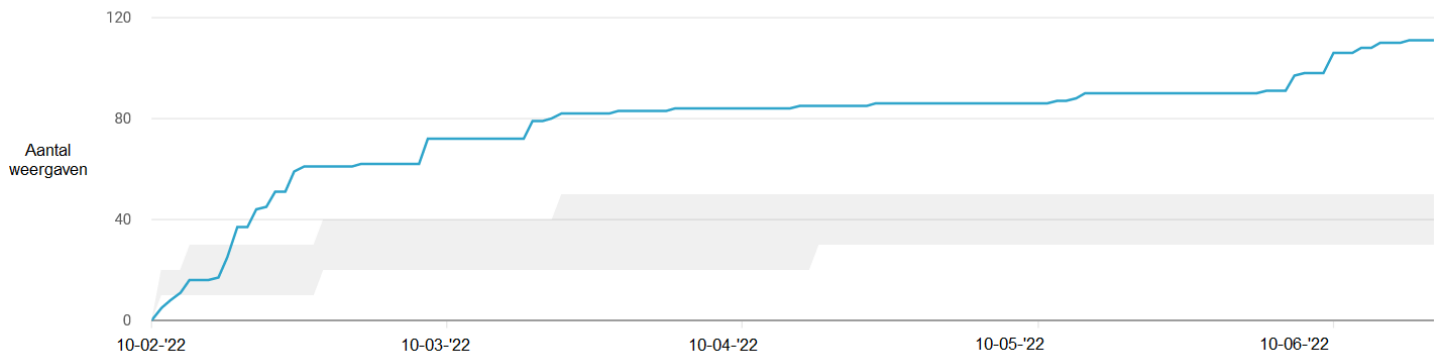
5 LMT/EMT/CHE Oefening 2d Hoofdstuk 3: Logaritmen



5 LMT/EMT/CHE Oefening 3d Hoofdstuk 3: Logaritmen



5 LMT/EMT/CHE Oefening 4d Hoofdstuk 3: Logaritmen



Figuur 3: Weergaven instructievideo's begeleid zelfstandig werk logaritmen

Alle vier de lesvideo's tonen hetzelfde weergaveverloop: er is logischerwijs een sterke stijging in het aantal weergaven tijdens de eerste twee weken na publicatie, het moment waarop het begeleid zelfstandig werk doorging. Vervolgens stagneert het aantal weergaven vrijwel, om vervolgens terug licht te pieken rond 10 juni. Het examen wiskunde ging door op 11 juni voor de richting TSO Chemie en op 14 juni voor de richtingen ASO Economie – moderne talen en ASO Latijn – moderne talen, waaruit besloten kan worden dan enkele leerlingen de video's nogmaals bekeken als voorbereiding op hun examen.

3.2 begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek

Figuur 4 toont de resultaten die volgden uit het door de 14 leerlingen uit de klas ASO Wetenschappen – wiskunde ingevulde evaluatieformulier na het afleggen van de labo's wateronderzoek. Achter elk van de vier vragen is via het berekend gewogen gemiddelde aangegeven hoe op de vraag geantwoord werd.

ASO Wetenschappen – wiskunde (14)	Helemaal niet	Eerder niet	Neutraal	Eerder wel	Helemaal wel
Vond je de labovoorbereiding op basis van een video-instructie een leuke manier van werken?			x		
Was de aangebrachte leerstof in de instructievideo duidelijk?				x	
Heb je het gevoel dat je je beter op het labo kon voorbereiden met een instructievideo dan bij een klassieke labo-instructie?		x			
Kon je je tijdens de ICT-les makkelijk motiveren om met de leerstof bezig te zijn?				x	

Figuur 4: Resultaten evaluatieformulier begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek

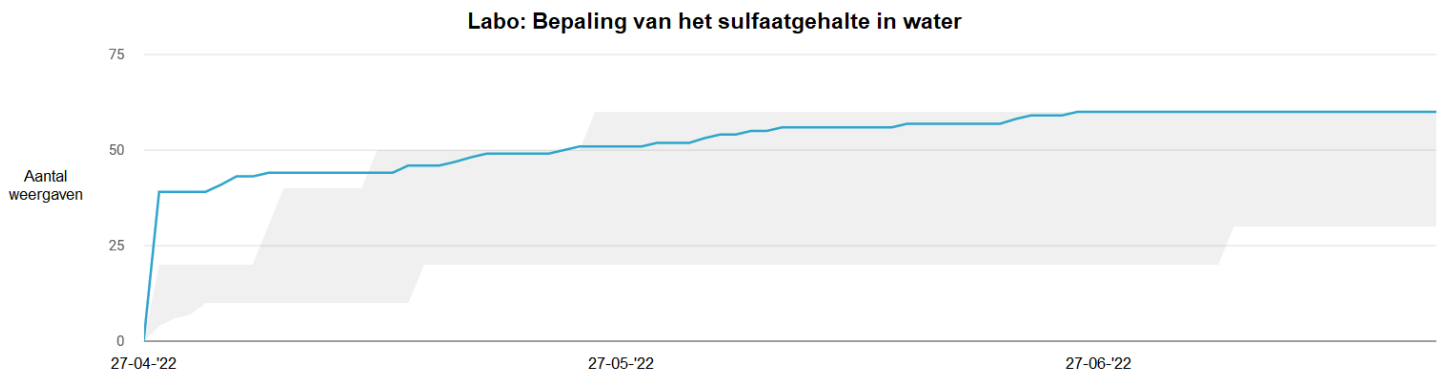
Figuur 4 toont dat de leerlingen niet erg enthousiast waren over het labo met video-instructie. Ze vonden de leerstof duidelijk en konden zich al bij al goed motiveren tijdens de ICT-les, maar gaven aan dat ze het een minder leuke manier van werken vonden en dat ze niet het gevoel hadden dat ze zich met een instructievideo beter konden voorbereiden op het labo.

12 van de 14 leerlingen gaven aan dat ze de manier van werken bij het klassieke labo met titraties, waarbij er vlak voor het labo een korte uitleg van 20 minuten werd gegeven, verkozen boven het labo spectrofotometrie met video-instructie. De volgende opmerkingen van leerlingen werden hieromtrent verzameld, geparafraseerd uit hun antwoorden op de open vragen van het evaluatieformulier:

- De instructievideo was te lang, er werd te veel informatie in één keer meegegeven.
- Het moeten neerschrijven van het werkschema en aanvullen met opmerkingen belemmerde het opletten. Het was moeilijk na te gaan of alles duidelijk was door het vele schrijfwerk.
- Bij het 'klassieke' labo, waarbij er vlak voor het labo een korte uitleg van 20 minuten werd gegeven, was het makkelijker om vragen te stellen en de uitleg te volgen. De uitleg was ook kort genoeg om te kunnen begrijpen.
- Bij het 'klassieke' labo zat de uitleg nog vers in het geheugen, wat hielp bij het uitvoeren van het labo.

De leerlingen haalden een gemiddelde score van 86,0% op het labo spectrofotometrie met video-instructie en een gemiddelde score van 67,2% op het 'klassieke' labo met titraties.

Ten slotte toont figuur 5 het totaal aantal weergaven van de instructievideo van het labo spectrofotometrie gedurende de eerste maanden na de start van het begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek, op 27 april 2022.



Figuur 5: Weergaven instructievideo begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek

De video werd logischerwijs het meest bekeken tijdens de eerste week na de publicatie, wanneer de ICT-les en het eerste deel van het wateronderzoek plaatsvonden. Vervolgens werd de video sporadisch nog bekeken op YouTube, mogelijk door de algemene videotitel. Net voor 23 juni, de dag dat de 14 leerlingen hun examen hadden, is er opnieuw een piek in het aantal waarnemingen, zij het een kleine piek die nauwelijks opvalt.

4 Conclusie en discussie

4.1 begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen

Het belangrijkste resultaat van het begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen is dat de leerlingen aangaven dat de aangebrachte leerstof duidelijk was en dat ze het een leuke manier van werken vonden. Hoewel zeker niet iedereen aangaf dat ze zich bij deze lesmethode per se beter konden motiveren of de leerstof beter konden verwerken dan bij een klassieke lesmethode, waren er geen leerlingen die aangaven dat ze zich minder goed konden motiveren of het moeilijker hadden om de leerstof te verwerken. Er mag dus voorzichtig gesteld worden dat het werken met instructievideo's een positief effect had op het enthousiasme en de motivatie, zij het niet voor alle leerlingen. Dat de lesvideo's ook in de examenperiode nog een aantal keer bekeken werden, is verder een mooie indicatie dat sommige leerlingen blij waren met het extra lesmiddel dat ze op dat moment ter beschikking hadden naast hun in de klas op papier opgeloste oefeningen.

Wat betreft de resultaten is er voor alle klassen een duidelijke stijging merkbaar ten opzichte van de resultaten uit het schooljaar '20-'21, al moeten hier een aantal belangrijke opmerkingen bij gemaakt worden. De leerlingen van het huidige schooljaar scoorden in alle klassen ook voor het begeleid zelfstandig werk al betere resultaten voor wiskunde dan de leerlingen van het vorige schooljaar. Dat vorige schooljaar, het schooljaar '20-'21, was dan ook nog eens een voor de leerlingen zeer uitdagend en mentaal belastend schooljaar, omwille van de vele coronamaatregelen en het vele afstandsonderwijs dat daaruit volgde. Hoewel er toen ook veel moeite werd gedaan om de leerstof op een goede manier aan te bieden aan de leerlingen via online lessen en klassikaal opgeloste oefeningen, valt het niet te onderschatten hoeveel moeilijker het was voor veel leerlingen om zich te motiveren voor hun schoolse activiteiten. Uit de resultaten van het huidige onderzoek kan dus niet meteen geconcludeerd worden dat de nieuwe lesmethode leidt tot betere resultaten voor de leerlingen.

Mogelijke verbeteringsmogelijkheden aan het begeleid zelfstandig werk liggen vooral in het voorzien van studiemateriaal voor de sterkere leerlingen, die vaak al vroegtijdig klaar zijn met de voorziene oefeningen. In plaats van extra oefeningen van dezelfde moeilijkheidsgraad te voorzien, is het in de toekomst een beter idee om uitdagendere oefeningen te voorzien voor deze leerlingen, of zelfs extra leerstof. Zo kunnen ook deze leerlingen gemotiveerd gehouden worden tot het einde van de lessenreeks. Indien er in een klas ook zwakkere leerlingen zouden zijn die aangeven dat ze de leerstof moeilijk verwerkt krijgen met de lesvideo's, is het aangewezen om af te sluiten met een klassieke les waarbij er klassikaal nog enkele oefeningen aan bord gemaakt worden. Op die manier kunnen zelfs de sterkere leerlingen voor zichzelf nog eens nagaan of alle leerstof duidelijk is.

4.2 begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek

Het deel met instructievideo van het begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek was in verschillende opzichten minder succesvol dan het begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen. Hoewel de leerlingen aangaven dat de leerstof in de instructievideo duidelijk werd aangebracht, vond het merendeel van de leerlingen het geen leuke manier van werken. Ook waren er leerlingen die aangaven dat ze zich duidelijk minder goed konden motiveren dan bij een klassieke lesmethode en zelfs velen die er van overtuigd waren dat ze zich hierbij minder goed konden voorbereiden.

Verschillende verklaringen werden door de leerlingen zelf gegeven en zijn goed te begrijpen. De instructievideo was met 26 minuten aan de lange kant en er werd veel nieuwe informatie aangebracht. Het te gebruiken materiaal en labomethode waren voor de leerlingen nog onbekend, alsook het opstellen van een werkschema als voorbereiding van een labo. Hoewel de leerlingen tijd genoeg hadden om zich op het labo voor te bereiden, was dit waarschijnlijk te belastend voor de leerlingen.

De sterkte van het wel geslaagde begeleid zelfstandig werk met lesvideo's, dat een tweetal maanden eerder tijdens de wiskundelessen van de andere klassen werd uitgevoerd, lag in het feit dat de instructievideo's kort en bondig waren. Leerlingen konden ook meteen door het zelf maken van oefeningen nagaan of de leerstof duidelijk was. Dat was bij dit begeleid zelfstandig werk niet het geval.

Er hoeft niet overhaast besloten te worden dat werken met instructievideo's een minder goede manier is om te werken bij practica, maar er is toch duidelijk aangegeven dat het in de eerste plaats belangrijk is om lesvideo's zo kort mogelijk te houden, niet te veel informatie in één keer aan te reiken en de leerlingen ook zo snel mogelijk de kans te geven om na te gaan of de aangebrachte leerstof duidelijk is.

Uit het feit dat de leerlingen op het verlag van het labo met instructievideo beter scoorden dan op het verlag van het labo zonder instructievideo kan niets besloten worden. Bij het tweede verslag waren er immers meer leerlingen die het verlag laattijdig of zelfs niet indienden of leerlingen die een kopie van een medeleerling indienden en zo dus een lager cijfer kregen. Op die manier kan er op basis van het resultaat jammer genoeg geen uitspraak gedaan worden omtrent de effectiviteit van de labovoorbereiding met lesvideo.

Uit het aantal weergaven kan opgemaakt worden dat de instructievideo de dag voor het examen nog enkele keren bekeken werd. Het is wel zo dat in dit geval de instructievideo het enige lesmateriaal is waar de leerstof teruggevonden kan worden, naast het eigen laboverslag en werkschema van de leerlingen. In de toekomst is het, naast de hierboven aangehaalde werkpunten omtrent de opbouw van de video, toch een goed idee om de leerstof ook op papier aan de leerlingen aan te bieden, zodat er meerdere manieren zijn om de leerstof te bestuderen en er dus meer leerlingen hun ideaal studiemateriaal kunnen gebruiken.

5 Referentielijst

- Dziuban, C., Graham, C.R., Moskal, P.D., Norberg, A., & Sicilia, N. (2018). Blended learning: the new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(3).
<https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>
- Martín-García, A.V. (2020). Pedagogical Tools for Teaching in a Blended Learning System. In A.V. Martín-García (Red.), *Blended Learning: Convergence between Technology and Pedagogy* (pp. 211-229). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-45781-5_10
- Moskal, P.D., Dziuban, C., Hartman, J. (2013). Blended learning: A dangerous idea? *The Internet and Higher Education*, 18, 15-23.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.12.001>
- Nouri, J. (2016). The flipped classroom: for active, effective and increased learning – especially for low achievers. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 33(13).
<https://doi.org/10.1186/s41239-016-0032-z>
- Versmissen, F., Buelens, W., De Wever, B., Rotsaert, T., Schellens, T., Surma, T., Tondeur, J., Valcke, M., & Vanderlinde, R. (2020). *Blended learning in het Vlaams secundair onderwijs: Van noodzaak naar structurele implementatie*.
<https://data-onderwijs.vlaanderen.be/documenten/bestand.ashx?nr=18408>
- Zheng, L., Bhagat, K. K., Zhen, Y., & Zhang, X. (2020). The Effectiveness of the Flipped Classroom on Students' Learning Achievement and Learning Motivation: A Meta-Analysis. *Educational Technology & Society*, 23(1), 1-15.
<https://www.proquest.com/scholarly-journals/effectiveness-flipped-classroom-on-students/docview/2515019590/se-2>

6 Bijlagen

Bijlage 1: Cursustekst hoofdstuk logaritmen

1. Definitie van een logaritme

Bewerkingen waarbij we twee termen optellen of aftrekken, kunnen we op zo'n manier omvormen zodat één van de termen de uitkomst van de bewerking wordt.

Voorbeeld

$$\begin{aligned}2 + 3 = 5 & \Leftrightarrow 5 - 3 = 2 \\ & \Leftrightarrow 5 - 2 = 3\end{aligned}$$

Ook bewerkingen waarbij we twee factoren vermenigvuldigen of delen, kunnen we op zo'n manier omvormen zodat één van de factoren de uitkomst van de bewerking wordt.

Voorbeeld

$$\begin{aligned}2 \cdot 3 = 6 & \Leftrightarrow \frac{6}{3} = 2 \\ & \Leftrightarrow \frac{6}{2} = 3\end{aligned}$$

Voor machtsverheffingen blijkt dit echter maar voor de helft te lukken.

Voorbeeld

$$\begin{aligned}2^3 = 8 & \Leftrightarrow \sqrt[3]{8} = 2 \\ & \Leftrightarrow ??? = 3\end{aligned}$$

We moeten een nieuw begrip invoeren om de exponent te vinden waartoe we 2 moeten verheffen om 8 als resultaat te krijgen.

We zeggen:

3 is de **logaritme** met grondtal 2 van 8.

We schrijven:

$$3 = {}^2\log 8 \quad \text{omdat } 2^3 = 8$$

Voorbeelden

$${}^3\log 27 = 3 \quad \text{omdat } 3^3 = 27$$

$${}^7\log \sqrt{7} = \frac{1}{2} \quad \text{omdat } 7^{\frac{1}{2}} = \sqrt{7}$$

$${}^3\log \sqrt[4]{3^5} = \frac{5}{4} \quad \text{omdat } 3^{\frac{5}{4}} = \sqrt[4]{3^5}$$

Opmerkingen

- Het grondtal van een logaritme mag niet gelijk zijn aan 0. Tot welke macht je 0 ook verheft, de uitkomst zal altijd 0 zijn. Let er ook op dat 0^0 niet gedefinieerd is!

$$0^7 = 0$$

$$0^{14} = 0$$

$$0^0 = \text{ERROR}$$

dus: we zouden enkel ${}^0\log 0$ kunnen schrijven, maar dat logaritme heeft als uitkomst ieder getal behalve 0! We besluiten dat we als grondtal nooit 0 nemen.

- Het grondtal van een logaritme mag niet gelijk zijn aan 1. Tot welke macht je 1 ook verheft, de uitkomst zal altijd 1 zijn.

$$1^7 = 1$$

$$1^{14} = 1$$

$$1^0 = 1$$

dus: we zouden enkel ${}^1\log 1$ kunnen schrijven, maar dat logaritme heeft als uitkomst ieder getal! We besluiten dat we als grondtal nooit 1 nemen.

- Het getal waarvan we de logaritme nemen mag niet gelijk zijn aan 0. Het is onmogelijk om een getal tot een macht te verheffen en als uitkomst 0 te bekomen.
- We spreken ook af om zowel voor het grondtal als voor het getal waarvan we de logaritme nemen geen negatieve getallen te gebruiken. Het gebruik van negatieve getallen houdt immers heel wat extra voorwaarden omtrent het bestaan van een logaritme in.

$${}^{-2}\log 4 = 2 \qquad {}^2\log -4 = \text{ERROR}$$

Definitie

De logaritme met grondtal a of de a -logaritme van een getal x is de exponent y waartoe je het grondtal a moet verheffen om x als resultaat te krijgen.

$${}^a\log x = y \quad \Leftrightarrow \quad a^y = x \quad \text{met } a \in \mathbb{R}_0^+ \setminus \{1\} \text{ en } x \in \mathbb{R}_0^+$$

Gevolgen

$${}^a\log a = 1 \quad \text{omdat } a^1 = a$$

$${}^a\log 1 = 0 \quad \text{omdat } a^0 = 1$$

$${}^a\log a^y = y \quad \text{omdat } a^y = a^y$$

Voorbeelden

$${}^3\log 3 = 1 \quad \text{omdat } 3^1 = 3$$

$${}^3\log 1 = 0 \quad \text{omdat } 3^0 = 1$$

$${}^3\log 3^4 = 4 \quad \text{omdat } 3^4 = 3^4$$

2. Rekenregels voor logaritmen

Logaritme van een product

De logaritme van een product is gelijk aan de som van de logaritmen met hetzelfde grondtal van de factoren.

$${}^a\log (c \cdot d) = {}^a\log c + {}^a\log d$$

Voorbeeld

$${}^3\log (3 \cdot 27) = {}^3\log 3 + {}^3\log 27 = 1 + 3 = 4 \quad \text{Controle:} \quad {}^3\log 81 = 4$$

omdat $3^4 = 81$

Logaritme van een quotiënt

De logaritme van een quotiënt is gelijk aan het verschil van de logaritme met hetzelfde grondtal van de teller en de logaritme met hetzelfde grondtal van de noemer.

$${}^a\log \left(\frac{c}{d} \right) = {}^a\log c - {}^a\log d$$

Voorbeeld

$${}^2\log \left(\frac{16}{32} \right) = {}^2\log 16 - {}^2\log 32 = 4 - 5 = -1 \quad \text{Controle:} \quad {}^2\log \left(\frac{1}{2} \right) = -1$$

omdat $2^{-1} = \frac{1}{2}$

Opmerkingen

- De rekenregels worden ook vaak omgekeerd toegepast:

$${}^4\log 2 + {}^4\log 8 = {}^4\log (2 \cdot 8) = {}^4\log 16 = 2$$

$${}^5\log 15 - {}^5\log 375 = {}^5\log \left(\frac{15}{375} \right) = {}^5\log \left(\frac{1}{25} \right) = {}^5\log \left(\frac{1}{5^2} \right) = -2$$

- Blijf er alsjeblieft op letten dat beide logaritmen hetzelfde grondtal dienen te hebben:

$${}^4\log 3 + {}^3\log 7 \neq {}^4\log (3 \cdot 7)$$

- Beide rekenregels kunnen ook gecombineerd worden:

$$\begin{aligned} {}^2\log \left(\frac{2 \cdot 8}{1 \cdot 16} \right) &= {}^2\log (2 \cdot 8) - {}^2\log (1 \cdot 16) \\ &= ({}^2\log 2 + {}^2\log 8) - ({}^2\log 1 + {}^2\log 16) \\ &= (1 + 3) - (0 + 4) = 4 - 4 = 0 \end{aligned}$$

Logaritme van een macht

De logaritme van een macht is gelijk aan de logaritme met hetzelfde grondtal van het grondtal van de macht, vermenigvuldigd met de exponent.

$${}^a\log(x^r) = r \cdot {}^a\log x$$

Voorbeeld

$${}^5\log \sqrt[4]{125} = {}^5\log 125^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{4} \cdot {}^5\log 125 = \frac{1}{4} \cdot 3 = \frac{3}{4}$$

3. De Briggse logaritme of tiendelige logaritme

Logaritmen met grondtal 10 worden Briggse logaritmen genoemd.

Voorbeelden

$${}^{10}\log 100 = 2 \quad \text{omdat } 10^2 = 100$$

$${}^{10}\log 10000 = 4 \quad \text{omdat } 10^4 = 10000$$

Bij Briggse logaritmen vermelden we het grondtal niet meer.

We schrijven:

$$\log 100 = 2$$

$$\log 10000 = 4$$

Om Briggse logaritmen te berekenen, vind je op je GRM de toets **log**.

4. Verandering van het grondtal bij logaritmen

Met je GRM kan je Briggse logaritmen van elk positief getal berekenen, maar geen logaritmen met een grondtal verschillend van 10. Het is te zeggen, er staat een functie op je GRM om dit te doen, maar deze kan je niet gebruiken als je GRM in examenstand staat.

We moeten dus proberen elk ander logaritme te berekenen door gebruik te maken van Briggse logaritmen.

Voorbeeld

$$y = {}^2\log 5 \quad \Leftrightarrow \quad 2^y = 5$$

$$\Leftrightarrow \quad \log 2^y = \log 5$$

$$\Leftrightarrow \quad y \cdot \log 2 = \log 5$$

$$\Leftrightarrow \quad y = \frac{\log 5}{\log 2}$$

Verandering van het grondtal bij logaritmen

$${}^a\log x = \frac{{}^b\log x}{{}^b\log a}$$

Opmerkingen

- Door nu voor b de waarde 10 te kiezen (kan je willekeurig kiezen in de formule) kan je nu met je GRM de logaritme berekenen van eender welk getal voor elk grondtal a:

$${}^{100}\log 1000 = \frac{{}^{10}\log 1000}{{}^{10}\log 100} = \frac{\log 1000}{\log 100} = \frac{3}{2}$$

- Pas op dat je de rekenregel voor de logaritme van een quotiënt niet verwart met de rekenregel voor de verandering van het grondtal!

5. Oefeningen

①

Schrijf de volgende uitdrukkingen als één logaritme. Noteer je werkwijze!

- ${}^4\log x + {}^4\log y - {}^4\log z$
- $2 \cdot {}^3\log x + {}^3\log y$
- ${}^2\log x - 3 \cdot {}^2\log y + 4$
- $3 \cdot ({}^2\log x + 3 \cdot {}^2\log y) - 2 \cdot {}^2\log z + 1$
- $8 \cdot ({}^4\log x + 2 \cdot {}^4\log y - 3 \cdot {}^4\log z + {}^4\log y - 5 \cdot {}^4\log x)$
- $3 \cdot ({}^{12}\log x - 2 \cdot ({}^{12}\log y + 3 \cdot {}^{12}\log z)) - 5 \cdot {}^{12}\log x$
- $12 \cdot {}^8\log x - 4 \cdot ({}^8\log y - \frac{1}{2})$

②

Schrijf de volgende uitdrukkingen in functie van $\log x$, $\log y$ en $\log z$. Noteer je werkwijze!

- ${}^8\log (x \cdot y)$
- ${}^4\log \left(\frac{x}{y \cdot z} \right)$
- ${}^2\log \left(\frac{32 \cdot x^6}{x^4} \right)$

$$d) \quad {}_2\log\left(\frac{x^4}{8 \cdot y^4}\right)$$

$$e) \quad {}_3\log\left(\frac{9 \cdot x^4 \cdot z^3}{y^4}\right)$$

$$f) \quad \log\left(\frac{x^3 \cdot z}{\sqrt{y^4}}\right)$$

$$g) \quad {}_2\log\left(\frac{x^4 \cdot y^3}{z \cdot 8}\right)$$

③

Bepaal het grondtal a. Noteer je werkwijze!

$$a) \quad {}^a\log 81 = 4$$

$$b) \quad {}^a\log 74 = 1$$

$$c) \quad {}^a\log 4 + {}^a\log 9 = 2$$

$$d) \quad {}^a\log 64 - 4 = 2 \cdot {}^a\log 2$$

$$e) \quad {}^a\log 63 - 2 = {}^a\log 7$$

$$f) \quad {}^a\log 4 - 3 \cdot {}^a\log 2 = 4 + 3 \cdot {}^a\log 2$$

$$g) \quad 4 \cdot {}^a\log 2 - 2 \cdot {}^a\log 3 + 3 = 2 \cdot {}^a\log 4 + {}^a\log 9 - 1$$

④

Los de volgende exponentiële vergelijkingen op. Noteer je werkwijze!

$$a) \quad 3^{2x} = 81$$

$$b) \quad 3^{4x+10} = \frac{1}{9}$$

$$c) \quad 7^{3x+1} = 49^x$$

$$d) \quad 27^{4x-5} = \left(\frac{1}{3}\right)^{x+2}$$

$$e) \quad 5^{3x-1} = \left(\frac{1}{5}\right)^{8x}$$

$$f) \quad \left(\frac{1}{2}\right)^{3x+4} = 4^{7x-2}$$

$$g) \quad 9^{2x-1} = 3^{3x}$$

Oplossingen

①

Schrijf de volgende uitdrukkingen als één logaritme. Noteer je werkwijze!

a) ${}_4\log\left(\frac{x \cdot y}{z}\right)$

b) ${}_3\log(x^2 \cdot y)$

c) ${}_2\log\left(\frac{16 \cdot x}{y^3}\right)$

d) ${}_2\log\left(\frac{2 \cdot x^3 \cdot y^9}{z^2}\right)$

e) ${}_4\log\left(\frac{y^{24}}{x^{32} \cdot z^{24}}\right)$

f) ${}_{12}\log\left(\frac{1}{x^2 \cdot y^6 \cdot z^{18}}\right)$

g) ${}_8\log\left(\frac{64 \cdot x^{12}}{y^4}\right)$

②

Schrijf de volgende uitdrukkingen in functie van $\log x$, $\log y$ en $\log z$. Noteer je werkwijze!

a) $\frac{\log x}{\log 8} + \frac{\log y}{\log 8}$

b) $\frac{\log x}{\log 4} - \frac{\log y}{\log 4} - \frac{\log z}{\log 4}$

c) $5 + \frac{2 \cdot \log x}{\log 2}$

d) $\frac{4 \cdot \log x}{\log 2} - \frac{4 \cdot \log y}{\log 2} - 3$

e) $2 + \frac{4 \cdot \log x}{\log 3} + \frac{3 \cdot \log z}{\log 3} - \frac{4 \cdot \log y}{\log 3}$

f) $3 \cdot \log x + \log z - 2 \cdot \log y$

g) $\frac{4 \cdot \log x}{\log 2} + \frac{3 \cdot \log y}{\log 2} - \frac{\log z}{\log 2} - 3$

③

Bepaal het grondtal a. Noteer je werkwijze!

a) 3

b) 74

c) 6

d) 2

e) 3

f) $\frac{1}{2}$

g) 3

④

Los de volgende exponentiële vergelijkingen op. Noteer je werkwijze!

a) 2

b) -3

c) -1

d) 1

e) $\frac{1}{11}$

f) 0

g) 2

Bijlage 2: Extra ondersteuning logaritmen

1. Schrijf de volgende uitdrukking als één logaritme door de rekenregels te gebruiken.

$$4 \cdot ({}^3\log x - 4 \cdot ({}^3\log y + 3 \cdot {}^3\log z)) - 4$$

$$= 4 \cdot ({}^3\log x - 4 \cdot {}^3\log y - 4 \cdot 3 \cdot {}^3\log z) - 4$$

Om er zeker van te zijn dat je niets overslaat, werk je de haakjes best één voor één weg, namelijk van binnen naar buiten.

Let op negatieve getallen!

FOUT:

$$4 \cdot ({}^3\log x - 4 \cdot ({}^3\log y + 3 \cdot {}^3\log z)) - 4$$

$$= 4 \cdot ({}^3\log x - 4 \cdot {}^3\log y + 4 \cdot 3 \cdot {}^3\log z) - 4$$

$$= 4 \cdot {}^3\log x - 4 \cdot 4 \cdot {}^3\log y - 4 \cdot 4 \cdot 3 \cdot {}^3\log z - 4$$

$$= 4 \cdot {}^3\log x - 16 \cdot {}^3\log y - 48 \cdot {}^3\log z - 4$$

Zo veel mogelijk factoren ("dingen die je \cdot en \div elkaar doet") samennemen.

$$= {}^3\log x^4 - {}^3\log y^{16} - {}^3\log z^{48} - 4$$

Coëfficiënten in de exponent zetten via:

$$r \cdot {}^a\log x = {}^a\log (x^r) \text{ (cursus pagina 26)}$$

$$= {}^3\log x^4 - {}^3\log y^{16} - {}^3\log z^{48} - {}^3\log 3^4$$

Maak van 4 ook een ${}^3\log$, zodat je in de volgende stap alles kan samennemen. Je kan van elk getal een logaritme met grondtal naar keuze maken via:

$$y = {}^a\log a^y \text{ (cursus pagina 24)}$$

$$= {}^3\log \left(\frac{x^4}{y^{16} \cdot z^{48} \cdot 3^4} \right)$$

Nu mag je pas logaritmen beginnen samennemen:

- De logaritmen hebben geen coëfficiënt meer (die staan allemaal in de exponent).
- De logaritmen hebben allemaal hetzelfde grondtal.
- De logaritmen die je wil samennemen zijn allemaal termen ("dingen die je $+$ en $-$ elkaar doet").

$${}^a\log c + {}^a\log d = {}^a\log (c \cdot d)$$

$${}^a\log c - {}^a\log d = {}^a\log \left(\frac{c}{d} \right) \text{ (cursus pagina 25)}$$

- Alle logaritmen met een $-$ komen in de noemer van de samengenomen breuk.
- Alle logaritmen zonder een $-$ komen in de teller van de samengenomen breuk.

Als je logaritmen samenneemt, mogen er dus enkel \cdot en \div voorkomen. Dingen die samen in de teller of samen in de noemer van een breuk moeten, worden dus gescheiden door \cdot en niet door $+$.

FOUT:

$${}^3\log x^4 - {}^3\log y^{16} - {}^3\log z^{48} - {}^3\log 3^4$$

$$= {}^3\log \left(\frac{x^4}{y^{16} + z^{48} + 3^4} \right)$$

$$= {}^3\log \left(\frac{x^4}{y^{16} \cdot z^{48} \cdot 81} \right)$$

2. Schrijf de volgende uitdrukking in functie van $\log x$ en $\log y$ door de rekenregels te gebruiken.

$${}^2\log\left(\frac{3x^3}{8y^3}\right)$$

$$= {}^2\log\left(\frac{3 \cdot x^3}{8 \cdot y^3}\right)$$

Schrijf eventueel de \cdot als die weggelaten is, zodat je goed ziet dat zowel de teller als de noemer een vermenigvuldiging van twee factoren is.

$$= {}^2\log(3 \cdot x^3) - {}^2\log(8 \cdot y^3)$$

$$= {}^2\log 3 + {}^2\log x^3 - {}^2\log 8 - {}^2\log y^3$$

Je kan ook meteen deze stap opschrijven, zonder tussenstap:

- Bij het splitsen worden alle factoren in de teller een logaritme met een $+$.
- Bij het splitsen worden alle factoren in de noemer een logaritme met een $-$.

$$= {}^2\log 3 + 3 \cdot {}^2\log x - {}^2\log 8 - 3 \cdot {}^2\log y$$

$${}^a\log(c \cdot d) = {}^a\log c + {}^a\log d$$

$${}^a\log\left(\frac{c}{d}\right) = {}^a\log c - {}^a\log d \quad (\text{cursus pagina 25})$$

Exponenten als coëfficiënten zetten via:

$${}^a\log(x^r) = r \cdot {}^a\log x \quad (\text{cursus pagina 26})$$

Als je via de tussenstap hebt gewerkt, loop je risico op enkele fouten!

FOUT:

$${}^2\log(3 \cdot x^3) - {}^2\log(8 \cdot y^3)$$

$$= 3 \cdot {}^2\log(3x) - 3 \cdot {}^2\log(8y)$$

Enkel als het HELE getal binnen de logaritme tot een macht verhoft wordt, mag je die exponent naar voor halen. Hier mag dat niet, want die 3 en 8 worden NIET tot de derde macht verhoft.

FOUT:

$${}^2\log(3 \cdot x^3) - {}^2\log(8 \cdot y^3)$$

$$= {}^2\log 3 + {}^2\log x^3 - {}^2\log 8 + {}^2\log y^3$$

$$= {}^2\log 3 + 3 \cdot \frac{\log x}{\log 2} - {}^2\log 8 - 3 \cdot \frac{\log y}{\log 2}$$

De uitdrukking moet in functie van $\log x$ en $\log y$ geschreven worden, dus het grondtal 2 moet telkens weggewerkt worden via:

$${}^a\log x = \frac{{}^b\log x}{{}^b\log a} = \frac{\log x}{\log a} \quad (\text{cursus pagina 27})$$

$$= {}^2\log 3 + \frac{3}{\log 2} \cdot \log x - 3 - \frac{3}{\log 2} \cdot \log y$$

Optionele laatste stap

3. Bepaal het grondtal a.

$$2 + 3 \cdot {}^a\log 9 = 3 + 5 \cdot {}^a\log 3$$

$$\Leftrightarrow 2 + {}^a\log 9^3 = 3 + {}^a\log 3^5$$

$$\Leftrightarrow 2 + {}^a\log 9^3 - 3 - {}^a\log 3^5 = 0$$

$$\Leftrightarrow -1 + {}^a\log 9^3 - {}^a\log 3^5 = 0$$

$$\Leftrightarrow {}^a\log a^{-1} + {}^a\log 9^3 - {}^a\log 3^5 = 0$$

$$\Leftrightarrow {}^a\log \left(\frac{a^{-1} \cdot 9^3}{3^5} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{a^{-1} \cdot 9^3}{3^5} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{9^3}{a \cdot 3^5} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{729}{a \cdot 243} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{729}{243} = a$$

$$\Leftrightarrow a = 3$$

Coëfficiënten in de exponent zetten via:
 $r \cdot {}^a\log x = {}^a\log (x^r)$ (cursus pagina 26)

FOUT:

$$2 + 3 \cdot {}^a\log 9 = 3 + 5 \cdot {}^a\log 3$$

$$\Leftrightarrow 5 \cdot {}^a\log 9 = 8 \cdot {}^a\log 3$$

$$\Leftrightarrow {}^a\log 9^5 = {}^a\log 3^8$$

Je hebt nu een bewerking waar enkel termen ("dingen die je + en - elkaar doet") in voorkomen!

Breng alle termen nu naar dezelfde kant. Als je dat gedaan hebt, wordt de kant zonder termen gelijk aan 0.

TERM OVERBRENGEN

=

TEKEN (+ OF -) VERANDEREN

Maak van -1 ook een ${}^a\log$, zodat je in de volgende stap alles kan samennemen. Je kan van elk getal een logaritme met grondtal naar keuze maken via:

$$y = {}^a\log a^y \text{ (cursus pagina 24)}$$

Neem de logaritmen met grondtal a samen.

$${}^a\log c + {}^a\log d = {}^a\log (c \cdot d)$$

$${}^a\log c - {}^a\log d = {}^a\log \left(\frac{c}{d} \right) \text{ (cursus pagina 27)}$$

Als de uitkomst van een logaritme 0 is, dan moet de uitdrukking waarvan de ${}^a\log$ genomen wordt gelijk zijn aan 1.

$${}^a\log 1 = 0 \text{ (cursus pagina 24)}$$

$$a^{-1} = \frac{1}{a^1} = \frac{1}{a}$$

4. Los de volgende exponentiële vergelijking op.

$$\left(\frac{1}{27}\right)^{3x+4} = 3^{\frac{x}{4}-49}$$

$$\Leftrightarrow \log\left(\left(\frac{1}{27}\right)^{3x+4}\right) = \log\left(3^{\frac{x}{4}-49}\right)$$

$$\Leftrightarrow (3x+4) \cdot \log \frac{1}{27} = \left(\frac{x}{4}-49\right) \cdot \log 3$$

Neem de Briggse logaritme van het hele linkerlid en van het hele rechterlid.

Exponenten als coëfficiënten zetten via:

$${}^a\log(x^r) = r \cdot {}^a\log x \text{ (cursus pagina 26)}$$

Denk aan haakjes! Je moet de logaritmen vermenigvuldigen met de HELE exponent!

FOUT:

$$\log\left(\left(\frac{1}{27}\right)^{3x+4}\right) = \log\left(3^{\frac{x}{4}-49}\right)$$

$$\Leftrightarrow 3x+4 \cdot \log \frac{1}{27} = \frac{x}{4}-49 \cdot \log 3$$

Nu worden de logaritmen respectievelijk enkel met 4 en -49 vermenigvuldigd en niet met de hele exponent!

$$\Leftrightarrow (3x+4) = \left(\frac{x}{4}-49\right) \cdot \frac{\log 3}{\log \frac{1}{27}}$$

Je hebt nu een bewerking waar enkel factoren ("dingen die je \cdot en \div elkaar doet") in voorkomen!

Bij de vorige oefening (waar je het grondtal a bepaalde) bracht alle termen samen aan dezelfde kant.

DOE DAT HIER NIET! Je rekenwerk is veel eenvoudiger als je slechts één logaritme naar de andere kant brengt en that's it!

FACTOR OVERBRENGEN

=

VERMENIGVULDIGEN MET HET OMGEKEERDE

$$\Leftrightarrow (3x+4) = \left(\frac{x}{4}-49\right) \cdot \left(-\frac{1}{3}\right)$$

Reken de breuk van de twee logaritmen uit.

$$\Leftrightarrow 3x+4 = -\frac{x}{12} + \frac{49}{3}$$

Werk alle haakjes weg.

$$\Leftrightarrow 3x + \frac{x}{12} = \frac{49}{3} - 4$$

Je hebt nu een bewerking waar enkel termen ("dingen die je $+$ en $-$ elkaar doet") in voorkomen!

Breng aan de ene kant alle termen samen waar een x in voorkomt, breng aan de andere kant alle termen samen waar geen x in voorkomt.

TERM OVERBRENGEN

=

TEKEN (+ OF -) VERANDEREN

$$\Leftrightarrow x \cdot \left(3 + \frac{1}{12}\right) = \frac{49}{3} - 4$$

Zonder de x af aan de kant waar je alle termen met een x hebt samengebracht.

$$\Leftrightarrow x = \frac{\frac{49}{3} - 4}{3 + \frac{1}{12}}$$

Breng de factor bij x over naar de andere kant en reken uit.

$$\Leftrightarrow x = 4$$

Oefeningen

Schrijf de volgende uitdrukking als één logaritme door de rekenregels te gebruiken.

a) $2 \cdot ({}^4\log x + 4 \cdot (\frac{1}{8} - 3 \cdot {}^4\log y))$

b) ${}^2\log x + 4 \cdot (5 \cdot {}^2\log y - (1 + {}^2\log z)) + 1$

Schrijf de volgende uitdrukking in functie van $\log x$, $\log y$ en $\log z$ door de rekenregels te gebruiken.

c) ${}^4\log \left(\frac{x^3 \cdot 5z^2}{2y^4} \right)$

d) ${}^4\log \left(\frac{5z^3}{2xy^4} \right)$

Bepaal het grondtal a.

e) $-1 - 2 \cdot {}^a\log 16 = -3 + 5 \cdot {}^a\log 1$

f) $5 - 2 \cdot {}^a\log 2 = 3 - 3 \cdot {}^a\log 4$

Los de volgende exponentiële vergelijkingen op.

g) $8^{6x+2} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-9x-51}$

h) $2^{4x} = 64^{\frac{x}{2}+1}$

Oplossingen:

Schrijf de volgende uitdrukking als één logaritme door de rekenregels te gebruiken.

a) ${}^4\log\left(\frac{4x^2}{y^{24}}\right)$

b) ${}^2\log\left(\frac{xy^{20}}{8z^4}\right)$

Schrijf de volgende uitdrukking in functie van $\log x$, $\log y$ en $\log z$ door de rekenregels te gebruiken.

c) $\frac{3}{\log 4} \cdot \log x + {}^4\log 5 + \frac{2}{\log 4} \cdot \log z - \frac{1}{2} - \frac{4}{\log 4} \cdot \log y$

d) $\frac{3}{\log 4} \cdot \log z + {}^4\log 5 - \frac{1}{\log 4} \cdot \log x - \frac{1}{2} - \frac{4}{\log 4} \cdot \log y$

Bepaal het grondtal a.

e) $a = 16$

f) $a = \frac{1}{4}$

Los de volgende exponentiële vergelijkingen op.

g) $x = 5$

h) $x = 6$

Bijlage 3: Evaluatieformulier begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen

	Helemaal niet	Eerder niet	Neutraal	Eerder wel	Helemaal wel
Vond je het begeleid zelfstandig werk een leuke manier van werken?					
Was de aangebrachte leerstof duidelijk?					
Heb je het gevoel dat je de aangebrachte leerstof beter kon verwerken dan bij een 'klassieke' lesmethode?					
Kon je je tijdens de les makkelijk motiveren om met de leerstof bezig te zijn?					
Heb je nog voorstellen om deze lesmethode te verbeteren?					
Heb je nog andere opmerkingen?					

Bijlage 4: Instructieblad practicum wateronderzoek deel 2: titraties



Naam: _____

Klas: 5 WWI2

Datum: _____

Leraar: Gillean Aerts

Vak: BZW

Labo: Wateronderzoek deel 2

1. Bepaling van het Cl^- gehalte

- Vul een buret voor zeker 30mL met een 0,01M AgNO_3 oplossing.
- Vul een erlenmeyer met 200mL van het te analyseren water, 20mL van een 0,5% zetmeeloplossing en 2 druppels fluoresceïne indicator .
- Titreer zeer traag: voeg om de 3 minuten 1mL uit de buret toe.
- Stop met titreren wanneer de groene kleur volledig verdwenen is.

2. Bepaling van het HCO_3^- gehalte

- Vul een buret voor zeker 30mL met een 0,1M HCl oplossing.
- Vul een erlenmeyer met 200mL van het te analyseren water en 20 druppels methylrood indicator .
- Stop met titreren wanneer de rode kleur niet meer verdwijnt.

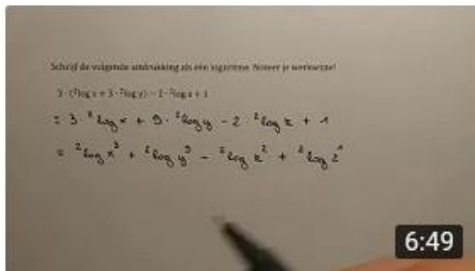
Bijlage 5: Evaluatieformulier begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek

	Helemaal niet	Eerder niet	Neutraal	Eerder wel	Helemaal wel
Vond je de labovoorbereiding op basis van een video-instructie een leuke manier van werken?					
Was de aangebrachte leerstof duidelijk?					
Kon je je tijdens de les makkelijk motiveren om met de leerstof bezig te zijn?					
Heb je het gevoel dat je je beter op het labo kon voorbereiden dan bij een klassieke labo-instructie?					
Als je moet kiezen tussen een labovoorbereiding zoals wateronderzoek deel 1 (SO_4^{2-}) of deel 2 (HCO_3^- en Cl^-), welke manier verkies je dan en waarom?					
Heb je nog voorstellen om deze lesmethode (labovoorbereiding op basis van een video-instructie) te verbeteren?					
Heb je nog andere opmerkingen?					

Bijlage 6: Beschrijving creatief eindproduct

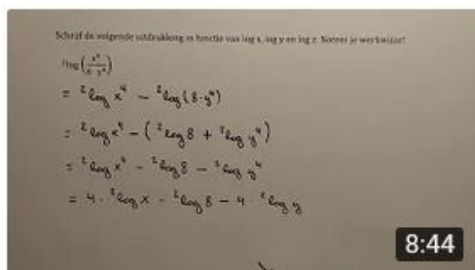
De lesvideo's kunnen allemaal teruggevonden worden op YouTube. Het lesmateriaal op papier is toegevoegd in de eerdere bijlagen.

begeleid zelfstandig werk wiskunde: logaritmen



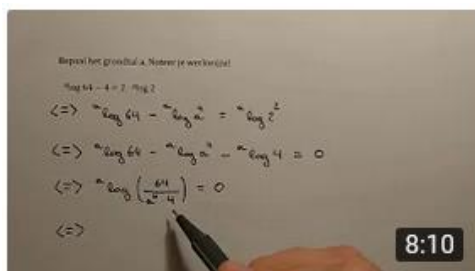
5 LMT/EMT/CHE Oefening 1d Hoofdstuk 3: Logaritmen

<https://youtu.be/DMJ6TrYOgGQ>



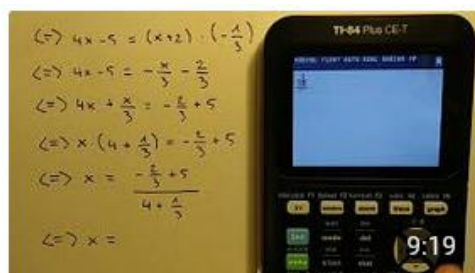
5 LMT/EMT/CHE Oefening 2d Hoofdstuk 3: Logaritmen

<https://youtu.be/Nvb6ea08DrM>



5 LMT/EMT/CHE Oefening 3d Hoofdstuk 3: Logaritmen

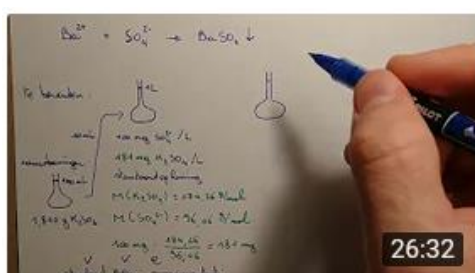
<https://youtu.be/UEyaRoHIHEs>



5 LMT/EMT/CHE Oefening 4d Hoofdstuk 3: Logaritmen

<https://youtu.be/df2JMa3S70A>

begeleid zelfstandig werk wetenschappen: wateronderzoek



Labo: Bepaling van het sulfaatgehalte in water

<https://youtu.be/RtTUR69qFEE>

Bijlage 7: Zoekplan literatuurstudie

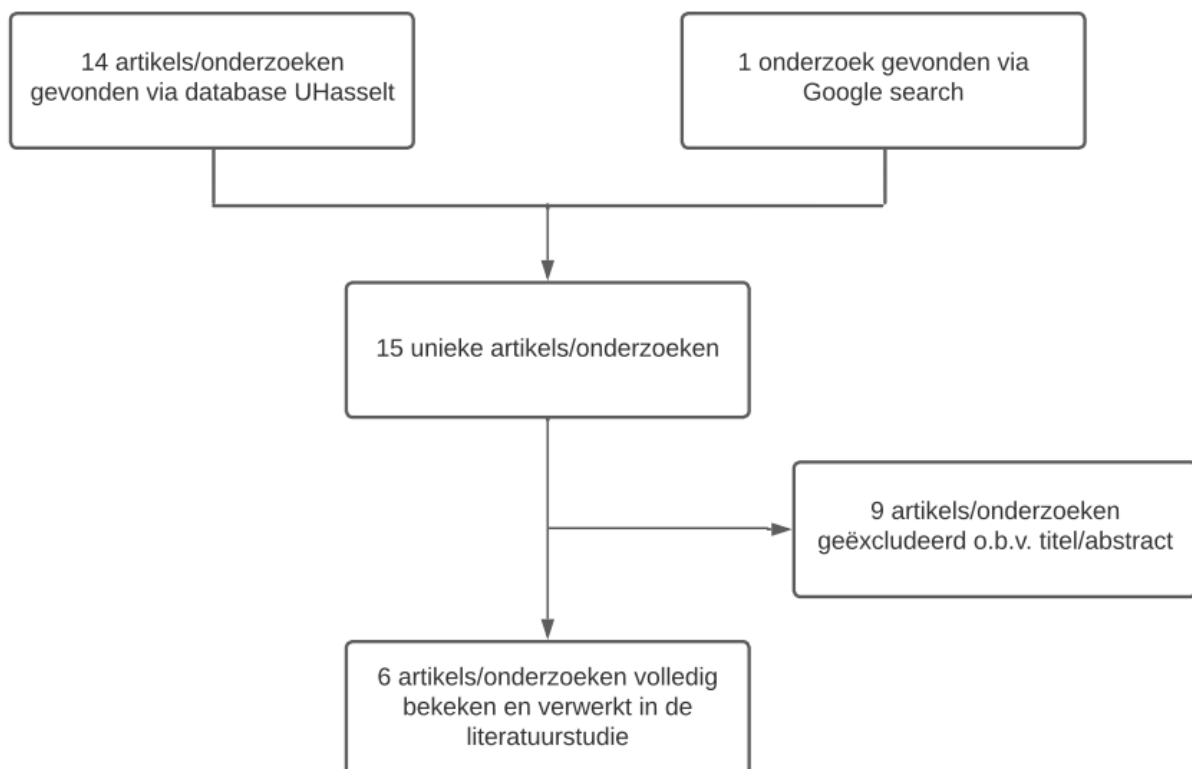
Voor het onderzoek werden enkel Engelstalige zoekwoorden gebruikt:

- blended learning
- active learning
- flipped classroom
- high school
- higher education

Deze woorden lieten het niet toe om synoniemen te gebruiken in de zoekopdracht. Er werd gezocht naar artikels met behulp van één zoekwoord of met twee zoekwoorden samen, zoals bijvoorbeeld blended learning high school, flipped classroom higher education, etc.

De meest geraadpleegde database is de online universiteitsbibliotheek van de UHasselt, waar gezocht werd binnen de collectie van e-Books en e-Journals die voor UHasselt full-text toegankelijk zijn. Ook de website van Onderwijs Vlaanderen werd aangewend om een onderzoek te raadplegen, nadat het zoekwoord blended learning via een Google search hier naar toe leidde.

Inclusiecriteria zijn onderzoeken die Nederlandstalig of Engelstalig zijn. Als exclusie criterium werd vooraf een publicatiedatum eerder dan 2010 opgesteld omwille van de steeds sneller gaande evolutie van de beschikbare ICT-leermiddelen, maar het overgrote deel van het nuttige gevonden onderzoek is gepubliceerd na deze datum. Als minder relevante bronnen werden artikels beschouwd waarvan de titel aangaf dat het onderzoek gebeurd was in klassen die een niet-wetenschappelijke richting volgden.



Figuur 6: Flowchart zoekplan