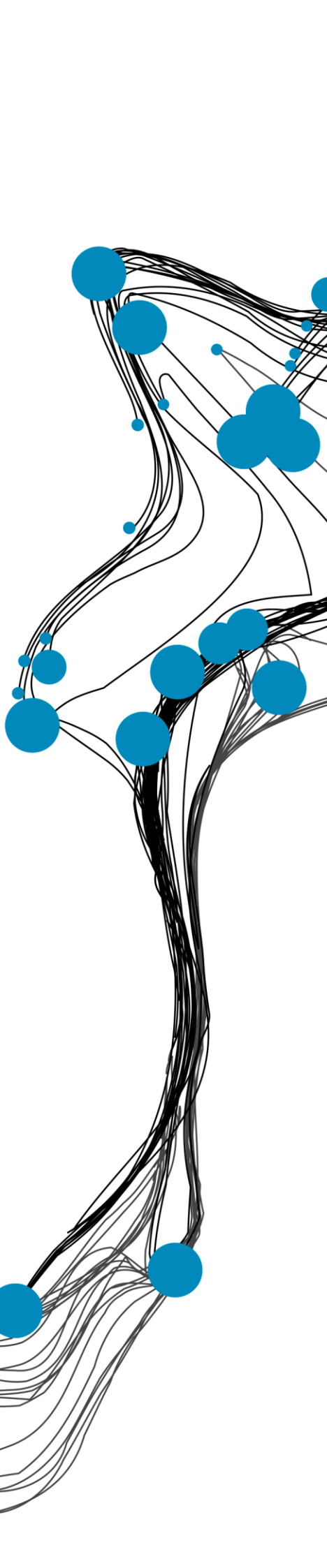




Het ontwerpen van effectieve en motiverende practica

Auteur:

Luuk Dappers

Afstudeercommissie:

Begeleider

dr. Ed van den Berg

Tweede beoordelaar

dr. Jan van der Veen

Master Educatie en Communicatie in de
Bètawetenschappen: Natuurkunde

Verslag van onderzoek van onderwijs (10 EC variant)

Lerarenopleiding ELAN

22 augustus 2019

UNIVERSITY OF TWENTE.

Samenvatting

In het voortgezet natuurkundeonderwijs zijn practica essentieel. Een practicum is een goede methode voor verschillende onderwijsdoelen, zoals het ondersteunen van theorie, overbrengen wat natuurkunde als experimentele wetenschap betekent en leren onderzoeken. Daarnaast kan een practicum de motivatie verhogen. Echter, uit reviews van didactisch onderzoek van practicum blijkt dat deze doelen maar heel beperkt gerealiseerd worden en dat het mogelijk moet zijn de effectiviteit sterk te verbeteren (Abrahams & Millar, 2008; van den Berg, 2013). Daarnaast heeft een groot gedeelte van de havo 4 leerlingen een motivatieprobleem. Ze hebben weinig zin om aan opdrachten te werken. In dit onderzoek is een theoretisch kader ontwikkeld naar hoe effectieve practica ontworpen kunnen worden, wat motivatie is en op welke manieren die versterkt kan worden. Uiteindelijk zijn er twee verschillende practica ontwikkeld, uitgevoerd door havo 4 leerlingen en zijn de leeropbrengsten en de motivatie geëvalueerd. Hieruit blijkt dat het in de praktijk nog erg lastig is dat de leerlingen de gewenste leerdoelen behalen. Ook valt het niet mee om de motivatie te bepalen.

Keywords – Leeropbrengst practicum, motivatie leerlingen

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
1 Inleiding	1
1.1 Onderzoeksvraag	2
2 Theoretisch kader	3
3 Methode	10
3.1 Ontwerpen en evalueren van een practicum	10
3.1.1 Practicum 1: Het bepalen van de geluidssnelheid	10
3.1.2 Practicum 2: De balans	12
3.2 Motivatie	13
4 Resultaten	14
4.1 Practicum 1: Bepalen van de geluidssnelheid	14
4.1.1 Behalen van de leerdoelen	14
4.1.2 Gesprek met leerling na het practicum	15
4.1.3 Vergelijken score proefwerkopgave	15
4.1.4 Intrinsieke motivatie	15
4.2 Practicum 2: De balans	16
4.2.1 Effectiviteit level 1: Wat de leerlingen werkelijk doen	16
4.2.2 Effectiviteit level 2: Behalen van de leerdoelen	17
4.2.3 Intrinsieke motivatie	18
5 Conclusie	20
6 Discussie en vervolgonderzoek	22
6.1 Practicum 1: Bepalen van de geluidssnelheid	22
6.2 Practicum 2: De balans	23
6.3 Vervolgonderzoek	23
Literatuur	25
Appendix	26
A1 Werkblad practicum 1	27
A2 Proefwerkopgave	33
A3 Werkblad practicum 2	33
A4 Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI)	37
A5 Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI) score	40

1 Inleiding

Het geven van een practicum wordt gezien als een essentieel onderdeel van natuurkunde onderwijs. Enkele interessante opvattingen over praktisch werk zijn: Natuurwetenschap zonder praktisch werk is als zwemmen zonder water (Score, 2008) en er is geen controverse over dat natuurwetenschappelijk onderwijs in een lab moet plaatsvinden (Solomon, 1980). Veel docenten geloven dat een practicum ervoor zorgt dat leerlingen beter leren, want je leert namelijk beter als je het zelf hebt gedaan. Echter, uit reviews van didactisch onderzoek van practicum blijkt dat deze resultaten maar heel beperkt gerealiseerd worden en dat het mogelijk moet zijn de effectiviteit sterk te verbeteren (Abrahams & Millar, 2008; van den Berg, 2013). Daarnaast ben is de docent veel tijd kwijt om een nieuw practicum te ontwikkelen en zijn sommige materialen kostbaar. Bovendien schrikt het juist leerlingen af om in de bèta richting te gaan studeren (Woolnough, 1995). Als praktisch werk goed is gepland en effectief wordt uitgevoerd kan het stimulerend werken en leiden tot kennis die met andere werkvormen niet zijn te realiseren (Score, 2008). Daarnaast hebben veel leerlingen een motivatieprobleem en werken ze niet graag aan opdrachten (Schuit et al., 2011). De leerlingen maken vaak alleen het huiswerk als er consequenties zijn, zoals nablijven of de leerling eerder naar school laten gaan.

Daarom is er in dit onderzoek onderzocht of met een practicum de effectiviteit en de motivatie van havo 4 leerlingen kan worden versterkt. De practica bevatten theoretische vragen en praktische opdrachten die leerlingen met de mobiele telefoon/tablet kunnen meten. Er wordt gestreefd naar het behalen van de leerdoelen en het versterken van de motivatie. In dit verslag is eerst een theoretisch kader ontwikkeld waarin met behulp van literatuur wordt onderzocht hoe een effectief practicum kan worden ontwikkeld en hoe de motivatie versterkt kan worden. Daarna zijn twee verschillende practica ontwikkeld en getest door havo 4 leerlingen. Uiteindelijk zijn de leeropbrengsten en de motivatie gemeten.

1.1 Onderzoeksvraag

De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

1. Kan een practicum gebruikt worden om de effectiviteit en de motivatie te versterken van havo 4 leerlingen?

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag zijn er verschillende deelvragen onderzocht. Dit onderzoek bestaat uit een theoretisch en een praktisch deel. In het eerste deel (hoofdstuk 2) wordt wetenschappelijk literatuur gebruikt om te onderzoeken hoe een effectief en motiverend practicum kan worden ontwikkeld, de deelvragen voor het theoretisch kader zijn als volg:

2. Wat zijn de leerdoelen van practica?

3. Hoe wordt een effectief practicum ontworpen?

4. Wat is motivatie en hoe wordt die versterkt?

In het praktisch deel (hoofdstuk 3 en 4) zijn twee practica werkbladen ontworpen door de auteur. Daarna is het practicum uitgevoerd door havo 4 leerlingen. Door een opgenomen docent-leerling gesprek, het invullen van een motivatie test en het analyseren van een gemaakte toets zijn er antwoorden gegeven op de volgende deelvragen:

5. Zijn de leerdoelen behaald voor het practicum?

6. Hoe groot is de intrinsieke motivatie van leerlingen voor het practicum?

In hoofdstuk 5 wordt de hoofdvraag beantwoord en in hoofdstuk 6 volgen de discussie en aanbevelingen voor een vervolgonderzoek.

2 Theoretisch kader

In het theoretisch kader wordt antwoord gegeven op de volgende deelvragen:

- *Wat zijn de leerdoelen van practica?*
- *Hoe wordt een effectief practicum ontworpen?*
- *Wat is motivatie en hoe kan die worden versterkt?*

Deelvraag: 2. Wat zijn de leerdoelen van practica?

Een practicum is een onderdeel van het brede begrip van praktisch werk. Praktisch werk is een verzameling van alle activiteiten die leerlingen uitvoeren waarbij de omgeving wordt gemanipuleerd (*College Vakdidactiek Natuurkunde 2*). Deze bestaat bijvoorbeeld uit practica, digitale practica, remote practica, onderzoeksopdrachten en ontwerp opdrachten. Iedere vorm van praktisch werk heeft zijn eigen voor- en nadelen. Afhankelijk van het leerdoel kan de docent bedenken welke vorm het beste werkt. Voor dit onderzoek wordt er gefocust op practica. In een practica voeren leerlingen zelf een meting uit, verwerken de observaties en data en trekken er een conclusie uit. Afhankelijk van het leerdoel kan het practicum worden ontworpen. Bijvoorbeeld als het doel is dat leerlingen leren werken met een voltmeter, dan moet het practicum zo omgebouwd worden dat ze puur leren werken met de voltmeter. In dit onderzoek is het leerdoel dat leerlingen door middel van het practicum de theorie beter gaan beheersen, leren hoe data wordt verwerkt en moet een motiverend practicum zijn.

De nadelen van het geven van een practicum zijn dat de leeropbrengsten niet beter zijn dan met andere leeractiviteiten, de extra tijd die het voor de docent kost om een practicum te ontwerpen en te evalueren, en de extra kosten die het met zich mee brengt (materialen en technische begeleiding). Hoewel, in de literatuur worden de volgende redenen gegeven voor het geven van een practicum (Tamir & Shulman, 1973; van den Berg, 2013):

1. Ondersteunen van de theorie en concepten die in de les wordt gegeven. Met de aanname dat het zien leidt tot het beter begrijpen.
2. Het is de basis van onderzoek, formuleren van onderzoeksvragen, meten van variabelen en het interpreteren van data. Dit kan in mindere mate met andere lesmethodes.
3. Leren werken met verschillende wetenschappelijke instrumenten, zoals een voltmeter.
4. Het motiveren van leerlingen.

Deelvraag: Hoe wordt een effectief practicum ontworpen?

Deze deelvraag bestaat uit twee delen: effectiviteit en ontwerpen. Om te benoemen wat effectiviteit is, is het zinvol om de stappen te evalueren die tot effectiviteit leiden (Millar, 2010). Een model dat te zien is in figuur 2.1 werd gebruikt in het *European Labwork in Science Education Project* (Millar et al., 2002).

Het model begint met 'Doelen van de docent' (figuur 1 box A). Hierin moet de docent duidelijk de doelen van het practicum beschrijven. De leerdoelen moeten getransformeerd worden naar een activiteit: het practicum. Hierin wordt specifiek benoemd wat de activiteiten van de leerlingen zijn om het leerdoel te behalen (box B). Daarna wordt er geobserveerd waarmee de leerlingen mee bezig zijn (box C). Deze box wordt beïnvloed door verschillende factoren, zoals wat het begrip van de leerlingen is. Hierin kan de eerste vorm van effectiviteit worden gemeten: Effectiviteit op niveau 1. Dit is de relatie tussen box C en B in figuur 1. Daarna komen de leerresultaten van de leerlingen (box D). Hierin wordt gekeken wat de leerlingen daadwerkelijk hebben geleerd van het practicum. De relatie tussen de leerresultaten en de doelen van de docent wordt effectiviteit op niveau 2 genoemd (relatie tussen box D en A). Hierin wordt bestudeerd of de leerling zich kan herinneren en beschrijven wat hij/zij heeft gedaan en of dit overeenkomt met de doelen van de docent. De leerdoelen kunnen ook dieper gaan, zoals het ontwerpen van een schakeling of de wet van Ohm gebruiken.

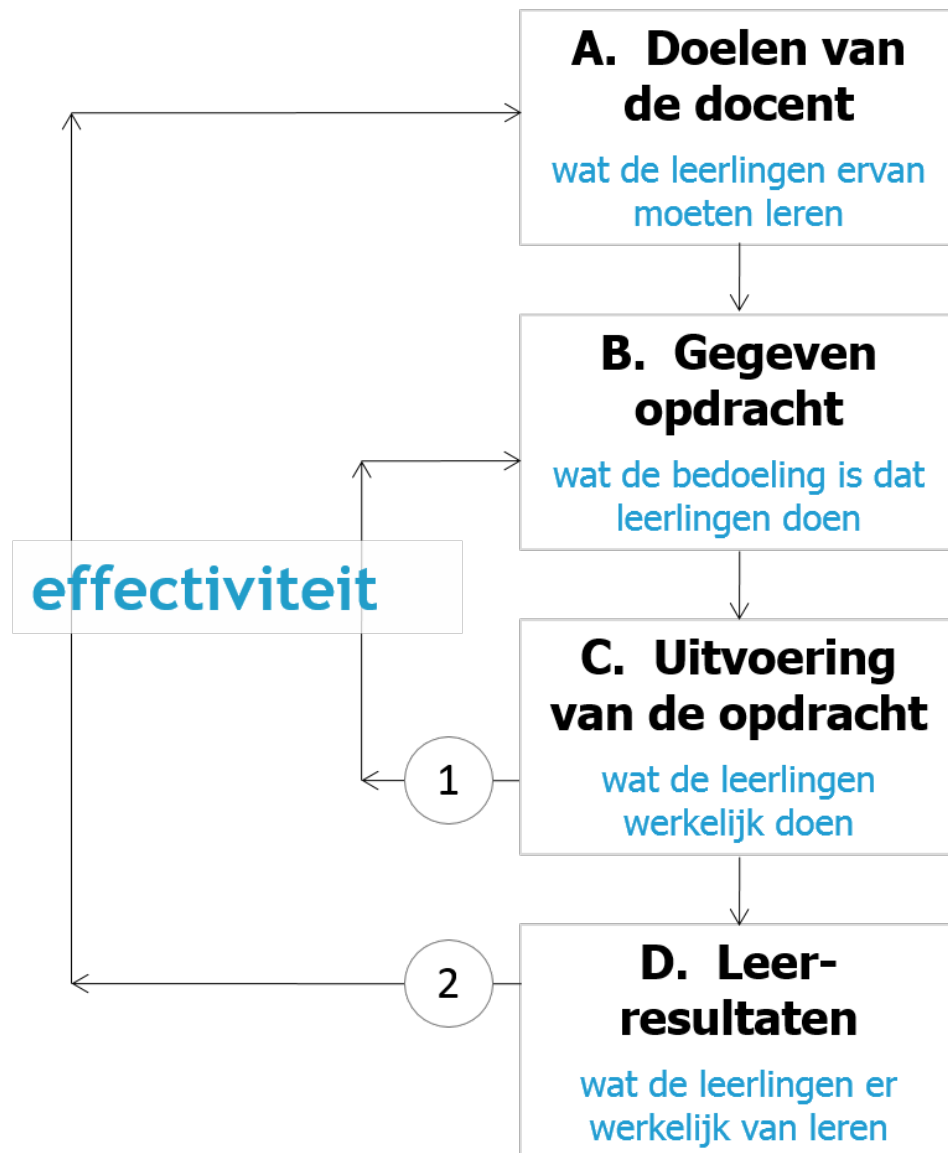
Dan blijft de vraag hoe een effectief practicum wordt ontwikkeld. Een veel voorkomend kritiek punt van een practicum is dat het gebaseerd is op een 'kookboek' (Millar, 2010; Ebbens et al., 2013). Hiermee wordt bedoeld dat de leerlingen via een gedetailleerd werkblad opdrachten moeten uitvoeren. Het nadeel is dat de leerlingen dan vaak het algemene doel verliezen en de opdrachten maken zonder veel na te denken. In Millar (2010)

wordt een gestructureerd format van het ontwerpen van een practicum gepresenteerd. In dit model is de eerste vraag hoe open of gesloten het practicum wordt gegeven. Voor het practicum houdt het in dat de vragen op voldoende niveau zijn. De tweede stap in het ontwikkelen van een practicum is de structuur. Die kan zijn dat er eerst meetgegevens worden verzameld en daarna pas beredeneerd, of dat de leerlingen eerst voorspellen en daarna begint met meten. Een nadeel van dat als er eerst data wordt verzameld is dat leerlingen pas gaan redeneren nadat de data gegenereerd is, zonder dat er eerst voldoende is nagedacht hoe de data eruit zal zien. De derde stap is dat het belangrijk is in welke mate de leerling de wetenschappelijke ideeën begrijpt. Dit is afhankelijk van het doel van het practicum. De vierde stap is hoe de leerlingen de materialen gaan gebruiken. Dit kan bijvoorbeeld zijn dat de leerling iets gaat meten of observeren. De volgende stap is in in hoeverre de leerling de gemeten data gaat verwerken. Dit kan zijn het geven van een verklaring of bijvoorbeeld het reporteren van observaties. Uiteindelijk is het van belang dat er wordt nagedacht over hoe het practicum wordt gepresenteerd. Dit kan zowel het inleveren van een werkblad als een mondelinge bespreking met de docent. Daarnaast geeft van den Berg (2013) een aantal handige tips voor het ontwerpen van een practicum:

1. Bepaal een beperkt aantal doelen voor de activiteit.
2. *Concepten*: Welke preconcepten en misconcepten zijn er? Wat kan het practicum hieraan bijdragen?
3. Werk eerst zelf het practicum uit.
4. Formuleer een aantal vragen voor het begin van het practicum, tijdens het practicum en na het practicum. Deze vragen moeten niet direct leiden tot de eindconclusie, maar ervoor zorgen dat de leerlingen kritisch zijn en "minds-on".
5. Bedenk een goede manier om het werk te evalueren. Dit kan onder andere door een oefen toets, presentatie of observaties tijdens het practicum zijn.

Er zijn twee vormen van effectiviteit: (1) waar de leerlingen mee bezig zijn en (2) in hoeverre geleerd is wat er geleerd moest worden volgens de leerdoelen. Een effectief practicum scoort op beide vormen een hoge score. De effectiviteit kan bepaald worden door bijvoorbeeld leerlingen te interviewen, evalueren van proefwerken of het controleren van werkbladen. Voor het ontwerp van een practicum, is het van belang dat de doelen van

te voren goed zijn vastgesteld en dat de vraag wordt gesteld: "Zorgt het practicum ervoor dat de leerdoelen worden behaald?" Het antwoord op deze vraag hoeft niet altijd ja te zijn en kan dus betekenen dat een andere lesmethode beter werkt voor het behalen van het leerdoel. Ook moet er rekening worden gehouden hoe het practicum wordt ontworpen. zorg ervoor dat het practicum geen 'kookboek recept' wordt.



Figuur 2.1: Twee aspecten van effectiviteit volgens (Millar, 2010), doen de leerlingen wat de bedoeling is (1) en leren ze wat de bedoeling is (2).

Deelvraag: Wat is motivatie en hoe kan die worden versterkt?

Motivatie en motiveren zijn begrippen die in veel onderwijs publicaties en in de media voorkomen (Van Walsum, 2016; Schunk, 1991; Wolters, 1998). Een veel voorkomend probleem in het onderwijs is de demotivatie van leerlingen. Wat is nu precies motivatie en hoe kan die worden versterkt? Woolnough (1995) omschrijft 'motivatie' als volgt: 'Motivatie is een innerlijk proces dat een persoon aanzet tot bepaald gedrag, richting geeft aan dat gedrag en ervoor zorgt dat dit gedrag in stand gehouden wordt.' Het is dus de drang van de leerling om aan een bepaalde opdracht te werken. Over het algemeen worden er twee soorten motivatie onderscheiden: intrinsieke en extrinsieke motivatie. Bij de eerste vorm heeft de leerling zelf interesse en past het bij de eigen gevormde leerdoelen die hij/zij belangrijk vindt. Bij extrinsieke motivatie worden de opdrachten gemaakt om externe redenen, omdat het moet van de docent en de leerling er een cijfer voor krijgt. Uit ervaring blijkt dat een van de eerste vragen die leerlingen stellen bij het geven van een practicum vaak is: "Is dit practicum voor cijfer?" Zodra een practicum voor een cijfer is zullen de leerlingen hard werken om zo een voldoende te halen. Maar als het niet voor een cijfer is, zal de leerling veel minder gemotiveerd werken. Dit is een voorbeeld van het gevolg van extrinsieke motivatie en wordt veel in het onderwijs gebruikt.

Er blijkt dat de kwaliteit van leren verschillend is voor intrinsieke en extrinsieke gemotiveerde leerlingen. Intrinsieke motivatie is een zeer krachtige bron voor 'high quality learning and creativity'. Juist omdat intrinsieke motivatie een krachtig middel is binnen leeromgevingen, is het volgens Ryan & Deci (2000) extra belangrijk om factoren in de omgeving van leerlingen te identificeren die deze intrinsieke motivatie kunnen versterken dan wel ondergraven.

Ebbens et al. (p. 26-28) geeft zes factoren aan die een direct merkbare invloed hebben op goed leergedrag en het versterken van de motivatie van leerlingen. Hieronder worden deze zes factoren besproken en hoe het practicum kan leiden tot het vervullen van die factor:

1. Succesbeleving

Niets stimuleert motivatie zo sterk als het ervaren van succes. Met andere woorden positieve feedback, waarin de goede resultaten in worden benadrukt, is effectiever dan het benadrukken van de fouten. Dit betekent ook dat de opdracht goed moet aansluiten bij de voorkennis. Leerlingen moeten uitgedaagd worden zonder dat ze overvraagd worden.

Practicum: De gestelde vragen moeten niet te moeilijk zijn, de opdracht moet zo worden gemaakt dat het zonder of met minimale hulp de opdracht kunnen uitvoeren. Ook tijdens de bespreking van de opdracht moet het juiste in de deels fouten antwoorden benadrukt worden.

2. Individuele aanspreekbaarheid

Als leerlingen ervaren dat ze met niet of schijnbaar meedoen in de klas kunnen weggkomen valt voor hen uiteindelijk de stimulans weg om met inzet aan een opdrachten te werken.

Practicum: Leerlingen moeten op het gemaakte werk worden aangesproken. Door het gemaakte opdracht te bespreken met de leerling zullen ze zich gedwongen voelen om ook aan de opdracht te werken.

3. Feedback, kennis van de resultaten

Goede feedback is concreet, specifiek en komt snel. Het maakt dat de leerling weet wat hij wel en niet kan en wat hij nog moet doen om de leerdoelen te halen. Feedback is een krachtig instrument.

Practicum: Tijdens het bespreken van de gemaakte opdracht, moet de docent een duidelijk beeld hebben hoe de resultaten zouden moeten zijn om zo snel en specifiek (positieve) feedback te kunnen geven op het gemaakte werk van de leerling.

4. Betekenis geven

Leren zal makkelijker en succesvoller verlopen als men weet waarom je het doet. Helaas mist het onderwijs vaak de directe relatie tussen leerdoel en de betekenis.

Practicum: Voor leerlingen moet het duidelijk zijn wat het doel is en wat ze eraan hebben. Dit kan zijn bijvoorbeeld door het vermelden van dat als leerlingen aan de opdrachten gaan werken een beter begrip krijgen van de theorie en daardoor beter voorbereid zijn op een toets, dat ze leren hoe ze metingen kunnen uitvoeren of

dat ze beter begrip krijgen in natuurkundige fenomenen. Ook moet de opdracht zo worden gemaakt dat die past in de leefwereld van de leerling. Dit wordt geprobeerd doordat de meting gedaan kan worden met de eigen mobiele telefoon.

5. Interesse in de leerling en veiligheid

Leerlingen moeten zich veilig en gerespecteerd voelen, anders is het bedreigend voor hen om mee te doen in het leerproces.

Practicum: Dit een taak van de docent voor iedere opdracht is. Tijdens het bespreken van de opdracht moet de leerling zich veilig voelen.

6. Positieve benadering

Onderzoeksresultaten tonen aan dat hoge, optimistische verwachtingen van docenten een positieve invloed hebben op leerlingen en hun leerresultaten.

Practicum: Dit is wederom de taak van de docent voor iedere opdracht.

Kortom, in het algemeen bestaan er twee soorten motivatie: intrinsieke en extrinsieke. Het doel van een practicum is het versterken van de intrinsieke motivatie. Dit kan gerealiseerd worden door het voldoen van 6 factoren: succesbeleving, individuele aanspreekbaarheid, feedback, betekenis geven, interesse in de leerling en positieve benadering.

3 Methode

Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen: Het ontwerpen van een practicum en het meten van de motivatie. In totaal zijn twee verschillende practica ontwikkeld: Het bepalen van de geluidssnelheid en De balans. Bij de ontwikkeling van beide practica is rekening gehouden met het model van Millar et al. (2002) (figuur 2.1). De ontwikkeling en de bepaling van de leeropbrengsten van het practicum zijn verschillend en worden in dit hoofdstuk besproken. De motivatie is gemeten doormiddel van een vragenlijst en wordt in het vervolg nader besproken. De ethiekaanvraag is goedgekeurd door de BMS Ethics Committee van de Universiteit Twente met aanvraagnummer *190197*.

Deelnemende groep

De twee experimenten zijn uitgevoerd bij één havo 4 klas. De klas bestaat uit 26 leerlingen met een man/vrouw verhouding van 19/7 en een leeftijd van 15 en 16 jaar oud. In deze groep zijn een aantal leerlingen met een zeer lage inzet en motivatie. Een groot deel maakt tijdens de les de gevraagde opdrachten en daarvan maakt een klein deel ook daadwerkelijk het gevraagde huiswerk.

3.1 Ontwerpen en evalueren van een practicum

3.1.1 Practicum 1: Het bepalen van de geluidssnelheid

Bij het eerste practicum bepaalden de leerlingen de geluidssnelheid door een frequentiespectrum van geluid te meten met de smartphone en is gebaseerd op een artikel in NVOX 2018 nr. 9. (Kok, 2018). Dit practicum sluit aan het hoofdstuk Trillingen en golven waar de leerlingen op het moment van dit onderzoek mee bezig waren. Het werkblad staat in appendix A1. Hieronder wordt voor de vier doelen beschreven hoe het practicum ontwikkeld is:

A: Doelen van de docent

De drie leerdoelen die de docent had gesteld voor het practicum zijn:

- Leerlingen kunnen uitleggen wat een grondtoon is en wat boventonen zijn.
- Leerlingen kunnen het verband benoemen tussen golfsnelheid, golflengte en de frequentie.
- Leerlingen kunnen frequenties van geluid bepalen met de mobiele telefoon en verwerken van data met software.

B: Geven opdracht

De leerlingen konden zelf kiezen of ze het practicum gingen uitvoeren. Door de docent werd verteld dat het voordeel van het uitvoeren van het practicum is dat de leerling een beter begrip zal krijgen van de theorie. Het practicum is niet voor een cijfer en kan de leerling zelf tijdens een tussenuur uitvoeren. In een les is 15 minuten besteed aan de uitleg hoe Phyphox werkt en waarop gelet moet worden tijdens de meting.

C: Uitvoering van de opdracht

De leerlingen hebben het practicum in hun eigen tijd uitgevoerd en ze kregen de mogelijkheid om vragen buiten of tijdens de les te stellen. In totaal hebben 10 leerlingen in 5 groepjes het practicum uitgevoerd.

D: Leerresultaten

De twee vormen van effectiviteit zijn met drie verschillende methodes gemeten.

- Gesprek met leerling na het practicum
Tijdens het opgenomen gesprek is gevraagd of de leerling kan herhalen wat hij/zij heeft gedaan, of de leerling de grafiek kan uitleggen en een verdiepende vraag is gesteld (wat gebeurt er als beide uiteinden van het buisje open zijn).
- Beoordelen ingevulde practicumwerkbladen
Ingevulde practicumwerkbladen zijn beoordeeld, er is gekeken hoe de gestelde vragen zijn beantwoord en hoe de gemeten grafiek eruit ziet.
- Vergelijken score proefwerkopgave
De leerlingen kregen een proefwerk over het onderwerp Trillingen en golven. Bij een

vraag moesten ze hetzelfde verband tussen golfsnelheid, golflengte en de frequentie toepassen. De opgave staat in appendix A2. Het maximaal aantal punten voor deze vraag was 3 punten. De score tussen de groep die het practicum heeft gedaan is vergeleken met de groep die het practicum niet heeft gedaan.

3.1.2 Practicum 2: De balans

Het tweede practicum ging over de hefboomwet. Met de applet Balanceren (PhEt Simulations) kregen de leerlingen de opdracht om te onderzoeken wanneer de wip in evenwicht is en welke factoren daarvoor afhankelijk zijn. Het werkblad staat in appendix A3.

A: Doelen van de docent

De drie leerdoelen die de docent had gesteld voor het practicum zijn:

- Beschrijven van de factoren welke bepalen of twee objecten in balans zijn.
- Voorspellen hoe een verandering in positie van massa op de balans de beweging van de balans zal veranderen.
- Gebruik van een balans voor het bepalen van massa's van voorwerpen.

B: Geven opdracht

Dit practicum werd tijdens een natuurkundeles gegeven. De leerlingen hadden 30 minuten de tijd om de antwoorden op het werkblad te zetten en om de intrinsieke motivatielijst in te vullen.

C: Uitvoering van de opdracht

Doordat het practicum tijdens de les is uitgevoerd, is het mogelijk geweest om te controleren wat de leerlingen daadwerkelijk aan het doen zijn tijdens het practicum. Tijdens het practicum liep de auteur rond in de klas en is op gelet waar de leerlingen mee bezig waren en het beantwoorden van vragen.

D: Leerresultaten

De twee vormen van effectiviteit zijn op drie verschillende methodes gemeten.

- Pre- en posttest

Om te onderzoeken wat de kennis van de leerlingen over de hefboomwet is, hebben

de leerlingen een pretest gemaakt. Dit waren vijf vragen over de hefboomregel (zie appendix A3). Daarna hebben de leerlingen na het uitgevoerde practicum een posttest gemaakt. De posttest bestaat uit 4 vragen met een moeilijker niveau dan de pretest.

- Beoordelen ingevulde practicumwerkbladen

Ingevulde practicumwerkbladen zijn beoordeeld en er is gekeken hoe de gestelde vragen zijn beantwoord.

- Vragen aan leerlingen

Tijdens het practicum liep de docent rond in de klas, er is op gelet wat de leerlingen daadwerkelijk aan het doen zijn, beantwoorden van vragen van leerlingen en geeft indien nodig een aantal tips.

3.2 Motivatie

De intrinsieke motivatie is voor beide practica gemeten met behulp van de Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI) (Ryan, 1982) (appendix A4 en A5). Dit is een multidimensionale test die bestaat uit 22 stellingen. Deze stellingen meten verschillende vormen van intrinsieke motivatie. Deze verschillende vormen zijn: interest/enjoyment, perceived competence, perceived choice en pressure/tension. De score is het gemiddelde over verschillende stellingen en is een getal tussen de 1 en 7, waarin een hogere score betekent dat de deelnemer bijvoorbeeld meer plezier had tijdens de activiteit. Bij het invullen van de vragenlijst moet opgelet worden dat de leerling deze serieus invult. Dit kan bereikt worden door van leerlingen te eisen dat ze minimaal 2 minuten bezig zijn met het invullen van de vragenlijst.

4 Resultaten

4.1 Practicum 1: Bepalen van de geluidssnelheid

4.1.1 Behalen van de leerdoelen

Het eerste leerdoel van het practicum was: "Leerlingen kunnen uitleggen wat een grondtoon is en wat boventonen zijn." Om te bepalen of dit leerdoel behaald is, zijn de ingevulde werkbladen en de gesprekken geanalyseerd. Interessant om op te merken is dat twee groepjes een fout hadden gezien op het werkblad. De fout was dat op het werkblad stond dat de frequentie bepaald moest worden bij de grondtoon, tweede boventoon en voor de derde boventoon. Echter dit moet voor de grondtoon, eerste boventoon en tweede boventoon zijn. Dit geeft aan dat de leerlingen aan de ene kant een goede inzicht hebben van het verschil tussen tweede en eerste boventoon. Alleen klopte daardoor de berekeningen van de geluidssnelheid bij verschillende boventonen niet meer. Het tweede leerdoel was "Leerlingen kunnen het verband benoemen tussen golfsnelheid, golflengte en de frequentie." De eerste vraag op het instructieblad was het verband tussen voortplantingssnelheid (v), golflengte (λ) en trillingstijd (T) ($v = \lambda/T$) te omschrijven. Alle leerlingen hadden dit zonder te vragen juist ingevuld. Echter de tweede vraag over het verband tussen de frequentie (f), v en λ , had geen een groepje direct juist ingevuld. Dit is bijzonder en deze vraag is essentieel voor het verdere begrip van het practicum. Het derde leerdoel was het meten van frequenties en de dataverwerking. Bij de helft van de ingevulde werkbladen (2 van de 4) was het frequentiespectrum juist gemeten en waren de data goed verwerkt. Bij deze grafieken waren de pieken van de grondtoon en de boventonen duidelijk zichtbaar en is een juist gedeelte van de grafiek genomen. Bij de andere grafieken waren de verschillende pieken niet duidelijk zichtbaar, dit kan onder andere komen doordat er te veel achtergrond ruis was.

4.1.2 Gesprek met leerling na het practicum

Één leerling, die gemiddeld scoort voor natuurkunde met een goede inzet, is na het practicum geïnterviewd. Tijdens het opgenomen gesprek is gevraagd of de leerling kan herhalen wat hij heeft gedaan, of de grafiek kan worden uitgelegd en een verdiepende vraag is gesteld (wat gebeurt er als beide uiteinde van de buisjes open zijn). De leerling kon precies uitleggen hoe ze de meting hebben uitgevoerd. De leerling kon niet precies verwoorden wat de grafiek betekende, waarom het de specifieke pieken had. De verdiepende vraag werd juist beantwoord.

4.1.3 Vergelijken score proefwerkopgave

Om te onderzoeken of het maken van het practicum nog verdere positieve gevolgen heeft op de leerontwikkeling is een proefwerkopgave vergeleken. In tabel 4.1 is de score van een proefwerkopgave vergeleken voor de groep die het practicum wel met de groep die het niet had gedaan. Hierbij blijkt dat de gemiddelde score niet significant afwijkt. Echter, het percentage leerlingen dat de vraag helemaal goed had beantwoord was voor de groep die het practicum gedaan (60 %) een stuk hoger dan de groep die het practicum niet had gedaan (35,7 %).

Tabel 4.1: Van een proefwerkopgave is de score vergeleken tussen de groep die het practicum wel met de leerlingen die het practicum niet hebben gedaan. De maximale score van de opgave was 3 punten.

	Practicum gedaan	Practicum niet gedaan
Gemiddelde	2,6	2,1
Standaard afwijking	0,49	0,74
Leerlingen met maximum behaalde punten	6	5
Percentage leerlingen met maximum behaalde punten	60,0	35,7
Totaal aantal leerlingen	10	14

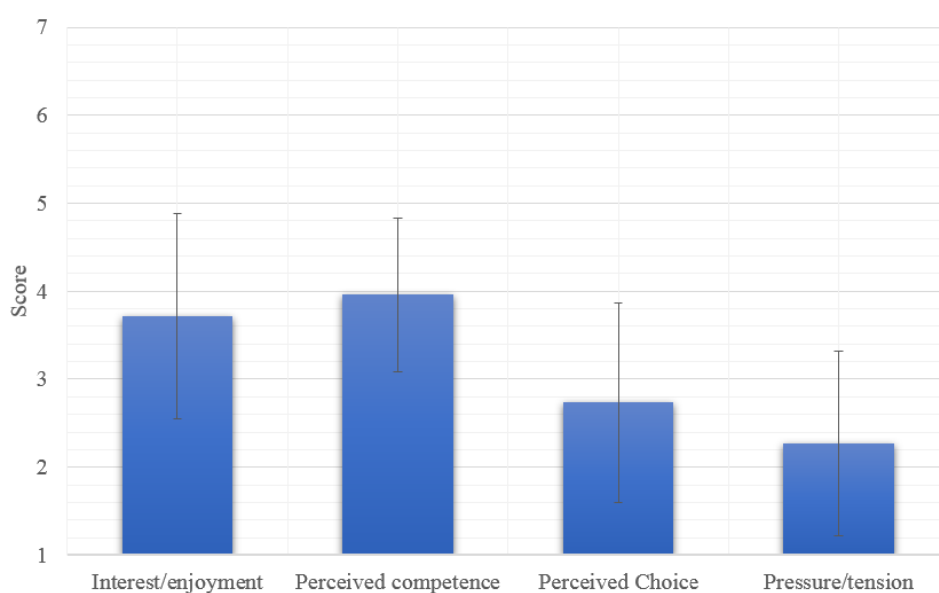
4.1.4 Intrinsieke motivatie

De intrinsieke motivatie is gemeten door de IMI test. In tabel 4.2 staan voor zes leerlingen de gemiddelde waarden, overige leerlingen hadden de vragenlijst niet volledig ingevuld, waarschijnlijk hebben ze niet gezien dat er op de achterkant ook vragen stonden. In figuur

4.1 staat in een bar-plot de gemiddelde en standaard deviatie. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen vier motivatie factoren.

Tabel 4.2: Practicum 1: Gemiddelde scores van de motivatie vragenlijst per leerling

Onderdeel	A	B	C	D	E	F
Interest/enjoyment	2.9	3.0	3.7	3.7	3.0	6.0
Perceived competence	3.6	4.4	4.0	3.8	4.4	5.6
Perceived choice	2.0	2.6	2.4	2.6	2.2	4.6
Pressure/tension	1.4	3.0	2.2	3.0	3.0	1.0



Figuur 4.1: Intrinsieke motivatie inventaris score voor practicum 1 voor vier onderdelen. Gemiddelde score en standaard afwijking, waarbij een hogere score bijvoorbeeld betekent meer interesse.

4.2 Practicum 2: De balans

4.2.1 Effectiviteit level 1: Wat de leerlingen werkelijk doen

Het tweede practicum is in de les uitgevoerd, daarom kon er worden geobserveerd wat de leerlingen daadwerkelijk deden. Tijdens de eerste vijf minuten is uitgelegd wat de leerlingen deze les precies moesten doen: Het maken van de pretest, openen van de applet, het beantwoorden van de vragen op het werkblad, het maken van de posttest en uiteindelijk het invullen van de motivatievragenlijst. De pretest werd redelijk snel

ingevuld, er kwamen nog een aantal vragen over wat precies bedoeld wordt met moment. Bij het openen van de applet, kwamen 12 van 17 leerlingen erachter dat er een game in de applet was en de leerlingen gingen dan eerst de game spelen. Daardoor had deze groep leerlingen te weinig tijd om het gehele werkblad in te vullen en om de posttest in te vullen. De leerlingen waren fanatiek met het spelen van de game, wat geobserveerd is door een aantal gesprekken van leerlingen.

4.2.2 Effectiviteit level 2: Behalen van de leerdoelen

Effectiviteit level 2 is het vergelijken met wat de leerlingen werkelijk geleerd hebben en wat de leerdoelen waren. De drie leerdoelen van het practicum waren:

- Beschrijven van de factoren welke bepalen of twee objecten in balans zijn.
- Voorspellen hoe een verandering in positie van massa op de balans de beweging van de balans zal veranderen.
- Gebruik van een balans voor het bepalen van massa's van voorwerpen.

Om te beoordelen of de leerdoelen zijn behaald is een pre- en posttest gemaakt door de leerlingen en zijn de practicumwerkbladen beoordeeld.

Pre- en posttest

De resultaten van de pretest staan in tabel 4.3 en van de posttest in tabel 4.4. Wat opvalt is dat in de pretest de eerste vraag volledig goed was ingevuld. De leerlingen hadden dus al enige kennis over de hefboomwet en wisten de basisregel, $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$ met $F_{1,2}$ de kracht en $r_{1,2}$ de arm, te gebruiken. Vraag nummer 5 is door 11 van de 17 leerlingen goed beantwoord. De leerlingen die het foute antwoord hadden gegeven wisten niet precies wat er met 'moment' wordt bedoeld.

Bij de posttest konden alleen de eerste twee vragen worden beoordeeld, want de andere twee vragen waren door geen enkele leerling ingevuld. Vraag 1 was door 9 van de 11 leerlingen juist beantwoord. Niemand had bij de ingevulde werkbladen zowel het draaipunt, zwaartepunt als de armen goed ingevuld. Het draaipunt was door alle leerlingen goed

ingevuld. Echter de zwaartekracht was bij 2 van de 11 verkeerd getekend (een schuine lijn i.p.v. loodrecht naar beneden) en alle leerlingen hadden de arm evenwijdig aan de as van de wip getekend i.p.v. loodrecht op de kracht.

Tabel 4.3: Pretest, vraag nummer en het aantal leerlingen met een goed en verkeerd antwoord

Vraag	Aantal leerlingen goed antwoord	Aantal leerlingen verkeerd antwoord
1	17	0
2	15	2
3	14	3
4	16	1
5	11	8

Tabel 4.4: Posttest, vraag nummer met het aantal goede en aantal verkeerde antwoorden

Vraag	Aantal leerlingen goed antwoord	Aantal leerlingen verkeerd antwoord
1	9	2
2	0	11

Practicumwerkbladen

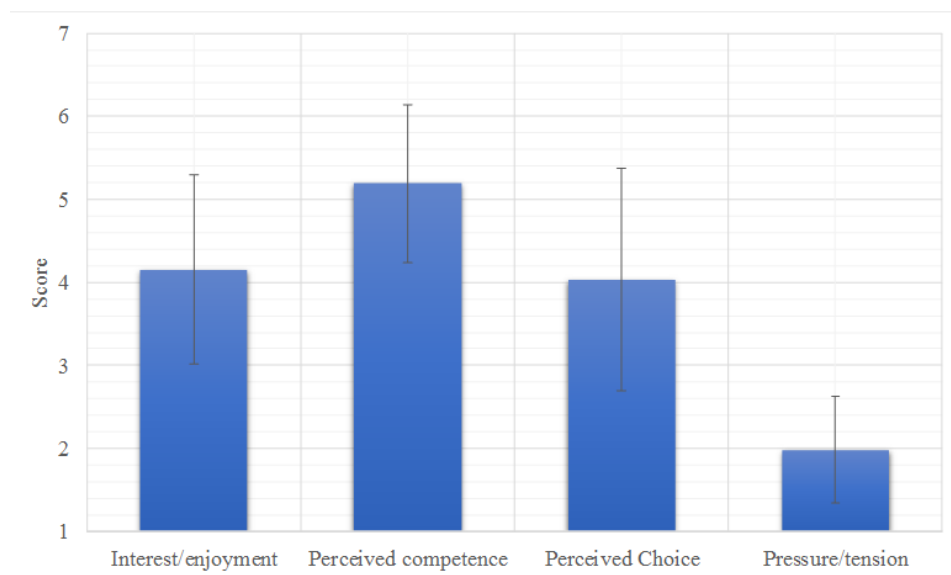
In totaal zijn 12 werkbladen bestudeerd en beoordeeld. Alle leerlingen hadden ingevuld dat voor evenwicht de relatie tussen kracht en arm gelijk moet zijn. Ook hebben 11 van de 12 leerlingen meer dan twee massablokken gebruikt en daardoor bij de hefboomregel toegepast dat je meerdere momenten bij elkaar kan optellen. Maar één leerling had op het werkblad zowel de richting van de krachten als de armen aangegeven. De andere leerlingen hadden enkel een getal bij bepaalde punten aangegeven.

4.2.3 Intrinsieke motivatie

De intrinsieke motivatie is gemeten door de IMI test. In tabel 4.5 staat voor de 17 leerlingen de gemiddelde waarden, 3 leerlingen hadden de vragenlijst niet volledig ingevuld. In figuur 4.2 staat in een bar-plot de gemiddelde en standaard deviatie waarde. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen vier motivatie factoren.

Tabel 4.5: Practicum 2: Gemiddelde scores van de motivatie vragenlijst per leerling

Onderdeel	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Interest/enjoyment	2.7	4.9	6.3	3.7	2.9	4.3	4.1	3.9	3.4	3.7	3.9	2.1	4.6	4.7	4	6.9	4.6
Perceived competence	6.4	6.0	7.0	3.8	5.6	4.6	5.4	4.4	4.4	4.0	4.2	6.0	6.2	4.6	4.4	6.2	5.0
Perceived Choice	5.0	3.2	7.0	4.4	4.2	4.8	2.2	2.6	3.4	1.6	4.0	5.2	5.4	3.4	3	3.6	5.6
Pressure/tension	2.4	2.4	1.0	3.0	2.2	1.8	2.2	2.0	2.0	1.2	2.0	1.8	1.0	1.8	1.2	3.4	2.4

**Figuur 4.2:** Intrinsieke motivatie inventaris score voor practicum 2 voor vier onderdelen. Gemiddelde score en standaard afwijking, waarbij een hogere score bijvoorbeeld betekent meer interesse.

5 Conclusie

De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

1. Kan een practicum gebruikt worden om de effectiviteit en de motivatie te versterken van havo 4 leerlingen?

Om antwoord te geven op deze hoofdvraag, is in dit onderzoek gebruik gemaakt van literatuur en zijn twee practica ontwikkeld en geëvalueerd. Effectiviteit is een breed begrip dat uit twee levels bestaat. Effectiviteit level 1 is het vergelijken van wat de leerlingen daadwerkelijk doen en wat de bedoeling is wat de leerlingen doen. Om deze vorm van effectiviteit zo sterk mogelijk te maken, moet de opdracht zeer duidelijk zijn, het practicum moet niet te moeilijk zijn maar ook zeker niet makkelijk. Effectiviteit level 2 is de relatie tussen wat de leerlingen werkelijk leren en wat ze moeten leren. Hiervoor is het dus van belang dat de docent de leerdoelen scherp heeft en er een geschikte practicum voor ontwikkelt. In de literatuur wordt over het algemeen onderscheid gemaakt tussen twee vormen van motivatie: intrinsiek en extrinsiek. Om de intrinsieke motivatie te versterken kan er voor het ontwikkelen van een practicum gelet worden op zes factoren: succesbeleving, individuele aanspreekbaarheid, feedback, betekenis, interesse en positieve benadering. Extrinsieke motivatie verwijst naar activiteiten die worden uitgevoerd door externe redenen. Zoals het geven van een proefwerk, waarbij de leerling beloond wordt met een cijfer.

Voor het eerste practicum (Bepalen van de geluidssnelheid), is het lastig af te leiden of de gestelde leerdoelen zijn behaald. Slechts enkele grafieken hadden een goede vorm en geen enkel groepje had de correcte relatie tussen de voortplantingssnelheid, golflengte en trillingstijd gegeven. Voor de gemaakte proefwerkopgave had de groep die het practicum wel had gedaan een stuk hoger percentage (60 %) de maximum aantal behaalde punten dan de groep die het practicum niet heeft gedaan (35 %). Echter, is het door de kleine groep lastig te concluderen of dit door het maken van het practicum komt, of dat er externe factoren afhankelijk zijn. Één van die factoren kan zijn dat de groep die het practicum heeft uitgevoerd over het algemeen meer ijverige leerlingen bevat die ook vaker hun huiswerk maken. De motivatie is gemeten door een vragenlijst die een score geeft voor interest, competence, choice en pressure. Uit de ingevulde vragenlijsten blijkt dat de interesse niet hoog scoort, gemiddeld een 3.3 van de 7 punten. De vorm van competence

is gemiddeld iets hoger een 4.0. Wat opvallend is dat de vorm van keuze laag is, een 2.8, terwijl de leerlingen zelf de keuzemogelijkheid hadden om de opdracht uit te voeren. De leerlingen hebben een lage score gegeven voor de druk, gemiddeld een 2.2, ze hebben dus weinig druk ervaren voor het practicum.

Voor het tweede practicum (De balans) waren de meeste leerlingen in het begin voornamelijk bezig met de game i.p.v. de opdrachten op het werkblad. Of de leerdoelen zijn behaald is lastig te zeggen. Vanuit de pretest was al duidelijk geworden dat ze al ooit de hefboomwet hebben gehad. De eerste vraag van de pretest was door iedereen juist ingevuld. Uit de posttest is af te leiden dat ze door de applet niet hebben geleerd hoe je de arm (loodrecht kracht en draaipunt) moet bepalen. Ze hebben door de applet extra geoefend met het specifieke geval bij de wip. Hierbij is de arm gelijk aan de afstand tussen massa en draaipunt, maar de leerlingen hebben niet geleerd wanneer de wip bijvoorbeeld schuin staat en je dus de loodrechte afstand moet nemen tussen draaipunt en kracht. Uit de motivatie vragenlijst blijkt dat deze activiteit voor interesse gemiddeld een 4.1 scoort. Waarschijnlijk door de game in de applet hebben ze deze score voor interesse gegeven. Voor competentie hebben ze een hoge score gegeven, gemiddeld een 5.2. De applet vraagt steeds ongeveer hetzelfde, waardoor de leerlingen vermoedelijke het idee kregen dat ze zeer competent zijn in de hefboomregel en dat ze de theorie beheersen. Echter, vanuit de posttest is gebleken dat dit niet het geval was. De leerlingen hebben het practicum gemiddeld een 4.0 gegeven voor keuzemogelijkheid. De leerlingen waren tijdens de les vrij om het maken van de opdracht. Echter, is er gezegd dat ze de opdrachten op het werkblad moesten maken en dus stoppen met de game. Tijdens het practicum hebben de leerlingen weinig druk gevoeld (gemiddeld een 2.0).

6 Discussie en vervolgonderzoek

6.1 Practicum 1: Bepalen van de geluidssnelheid

De leerlingen hadden zelf de keuze of ze het eerste practicum gingen uitvoeren. Er was op dat moment nog geen duidelijkheid over of het practicum zal meetellen voor een cijfer. Hierdoor was er een relatief kleine groep, 10 leerlingen, die het practicum heeft uitgevoerd. Deze groep is te klein om statistisch iets over de leeropbrengsten te zeggen. Ook waren de leerlingen die het practicum hebben uitgevoerd gemiddeld genomen meer gemotiveerd tijdens de lessen dan de leerlingen die het practicum niet hebben uitgevoerd.

Het uitvoeren van het practicum buiten de les heeft voordelen en nadelen. Het voordeel is dat er meer tijd over is om theorie uit te leggen. Het nadeel is dat er minder controle is op wat de leerlingen precies doen. Hierdoor kan pas achteraf bepaald worden welke misconcepties de leerlingen hebben. Wel kwamen een aantal groepjes een paar keer langs om te vragen wat ze precies moesten doen.

Er stond een fout op het werkblad. Hierdoor hadden groepjes moeite met het aangeven van het aantal buiken/knopen bij de grondtonen en de boventonen.

Doordat maar één leerling is geïnterviewd, kunnen er weinig conclusies getrokken worden uit het interview. De verdiepende vraag werd juist beantwoord, maar het is niet duidelijk of dit door het practicum komt of door de klassikale les. Om betrouwbaardere resultaten te verkrijgen is het van belang om een grotere groep te interviewen. Ook is het dan van belang om de groep te interviewen die het practicum niet heeft gedaan.

Het eerste practicum is een verdieping op de theorie. De leerlingen krijgen inzicht hoe de grondtoon en boventonen in een muziekinstrument zichtbaar kunnen worden gemaakt. Veel leerlingen hadden wel veel moeite met het verwerken van de data, dit was wel in de les behandeld. Voor differentiatie in de klas kan het practicum nog verder verdiept worden, door leerlingen een (λ, f^{-1}) -grafiek maken, waarbij de helling gelijk is aan de geluidssnelheid. Hierbij komt dataverwerking meer aan bod.

6.2 Practicum 2: De balans

Vanuit de pretest is gebleken dat de leerlingen al voldoende voorkennis hadden over de hefboomwet. Hierdoor zal ze de applet niet tot nieuwe leeropbrengsten leiden. In het vervolg zal beter moeten worden nagevraagd wat de voorkennis is van de leerlingen, om daarop beter sluitende nieuwe leerdoelen te stellen. Wat voor de havo 4 leerlingen namelijk nieuw is, is dat de arm gelijk is aan de kortste afstand van de werklijn van de kracht en het draaipunt. In de applet staat de werklijn van de kracht al loodrecht op het draaipunt, waardoor de leerlingen niet een vernieuwend inzicht krijgen wanneer de kracht onder een hoek staat.

Voor het ontwikkelen van een nieuw practicum, is het dus van belang dat de leerdoelen beter worden afgestemd op de voorkennis van de leerlingen. Daarnaast waren de leerlingen erg enthousiast tijdens het spelen van de game. Voor het ontwikkelen van een nieuw practicum kan voor het versterken van de motivatie meer worden gedaan met de game.

Van de leerlingen kwam de opmerking dat de vragenlijst uit veel dezelfde vragen bestaat. Voor het beter meten van de motivatie kan er eventueel een andere vragenlijst worden gebruikt of de motivatie bepalen aan de hand van gesprekken met de leerling. Een voorbeeld van een andere vragenlijst is de Dimensions of Mastery Questionnaire (DMQ) (Morgan et al., 2009). Van deze vragenlijst bestaat er ook een versie voor ouders en docenten, op die manier kunnen er conclusies getrokken worden op basis van meerdere bronnen.

6.3 Vervolgonderzoek

Naast de verdiepende aanbevelingen voor de practica, worden hier nog een aantal suggesties gegeven voor vervolgonderzoek.

Voor het uitgevoerde onderzoek is het belangrijk om de practica bij een grotere populatie te onderzoeken. Zowel met meerdere havo 4 klassen, als groepen van een ander leerjaar en niveau. Doordat het onderzoek maar bij één klas is uitgevoerd, is het lastig om conclusies te trekken.

Extrinsieke motivatie wordt vaak als iets negatief gezien, omdat intrinsieke motivatie

zorgt voor sterkte leeropbrengsten. Echter, onderwijs is nooit gebaseerd op pure vrije wil en de intrinsieke motivatie van leerlingen. Daarom is het interessant om op welke manier extrinsieke motivatie versterkt kan worden. Een voorbeeld van een onderzoek is het vergelijken van de leeropbrengsten door verschillende beloningssystemen. Deze systemen zijn bijvoorbeeld het geven van een cijfer, bonuspunt of het geven van strafwerk.

Literatuur

- Abrahams & Millar, R. (2008). Does practical work really work? a study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14):1945–1969.
- Ebbens, S., Ettekoven, S., and Van Rooijen, J. (2013). Effectief leren. *Groningen/Houten: Noordhoff (derde druk)*.
- Kok, K. (2018). Geluidssnelheid bepalen met behulp van staande golven. een smartphone experiment. *NVOX*.
- Millar, R. (2010). *Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness*. Association for Science Education Hatfield.
- Millar, R., Tiberghien, A., and Le Maréchal, J.-F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. pages 9–20.
- Morgan, G. A., Busch-Rossnagel, N. A., Barrett, K. C., and Wang, J. (2009). The dimensions of mastery questionnaire (dmq 17): A manual about its development, psychometrics, and use.
- PhET. *University of Colorado: Balancing Act. (26 mei 2015)*. Retrieved 8 juli 2019. <https://phet.colorado.edu/en/simulation/balancing-act>.
- Ryan, Richard M & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1):54–67.
- Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of personality and social psychology*, 43(3):450.
- Schuit, H., de Vrieze, I., and Sleegers, P. (2011). *Leerlingen motiveren: een onderzoek naar de rol van leraren*, volume 27. Ruud de Moor Centrum/Open Universiteit.
- Schunk, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational psychologist*, 26(3-4):207–231.
- Score (2008). Practical work in science: A report and proposal for a strategic framework.
- Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. Taylor & Francis.
- Tamir & Shulman, S. (1973). *Research on teaching in the natural sciences*. In R.M.W. Travers, (Ed.) Second handbook of research on teaching. Rand McNally.
- van den Berg, E. (2013). The pck of laboratory teaching: Turning manipulation of equipment into manipulation of ideas. *Scientia in educatione*, 4(2):74–92.
- Van Walsum, S. (2016). Oeso: Nederlandse scholier ongemotiveerd, amper orde in de klas, veel talent onbenut. *De Volkskrant*.
- Wolters, C. A. (1998). Self-regulated learning and college students' regulation of motivation. *Journal of educational psychology*, 90(2):224.
- Woolnough, B. (1995). Switching students on to science education. *The British Council*, 121.

Appendix

Appendix	Inhoud
A1	Werkblad practicum 1
A2	Proefwerkopgave
A3	Werkblad practicum 2
A4	Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI)
A5	Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI) score

A1 Werkblad practicum 1

Practicum: Het bepalen van de geluidssnelheid

Naam: _____

Het doel van dit practicum is het bepalen van de geluidssnelheid met behulp van je mobiele telefoon! Op dit werkblad staan een aantal korte vragen, beantwoord deze vragen volledig en vul de antwoorden in op dit werkblad. Als je klaar bent met het practicum, bespreek je het practicum met de docent. De docent kan nog enkele aanvullende vragen stellen. Je hebt maximaal 1 week de tijd voor het practicum. Met de meting zal je ongeveer 15 minuten mee bezig zijn en het verwerken van de data en beantwoorden van de vragen 45 minuten.

Heel veel succes, en als er nog vragen zijn bespreek die met de docent.

Leerdoelen

Na dit practicum ben je in staat om:

- Het verband te benoemen tussen golfsnelheid, golflengte en de frequentie
- Het verband te bepalen tussen golflengte en de grondtoon/boventonen bij een blaasinstrument met een open en gesloten eind
- Frequenties van geluid te meten met de mobiele telefoon en dataverwerking

Voorkennis

- Bestudeer de theorie van paragraaf 5.4 en 5.5

Benodigdheden

- Binas
- Mobiele telefoon, met de app Phyphox
- PVC buisje
- Liniaal

Start practicum

De snelheid is een maat van de afgelegde weg per tijdseenheid. Als je bijvoorbeeld in 10 seconde 100 meter fietst, is je snelheid 10 m/s. Geluid plant zich voort als golf met de geluidssnelheid.

1. Aangezien een trilling in de periodetijd (T) één golflengte (λ) opschuift, wat is dus de formule voor de voortplantingssnelheid (v)?

Antwoord: _____

2. De frequentie (f) is gelijk aan één gedeeld door de trillingstijd, hoe kunnen we dus de formule van opdracht 1 ook beschrijven?

Antwoord: _____

Je gaat dus de geluidssnelheid in lucht meten. Het is van belang dat je de gemeten waarde gaat vergelijken met de theoretische waarde.

3. Zoek in Binas op wat de geluidssnelheid (voortplantingslucht) is in lucht bij kamertemperatuur.

Antwoord: _____

Voor het bepalen van de geluidssnelheid, moeten we dus 2 grootheden meten: de golflengte (λ) en de frequentie (f). Je gaat eerst de golflengte bepalen en daarna de frequentie.

Golflengte bepalen

Voor het bepalen van de golflengte heb je een liniaal en de theorie nodig van muziekinstrumenten (paragraaf 5.5).

In je buisje is dus de onderkant gesloten en de bovenkant open. Geef in onderstaande tabel de buiken (B) en knopen (K) weer, en hoeveelste golflengte de buis is en bepaal de golflengte voor de drie tonen.

Tabel 1

N	B en K	L (m)	λ (m)
1 (grondtoon)		$L = \dots \lambda$	$\lambda = \dots L$ $\lambda =$
2 ^e boventoon		$L = \dots \lambda$	$\lambda = \dots L$ $\lambda =$
3 ^e boventoon		$L = \dots \lambda$	$\lambda = \dots L$ $\lambda =$

Metten van het de frequentie

Voor het meten van de frequentie heb je een mobiele telefoon nodig.

4. Download de app Phyphox (<https://phyphox.org/download/>) op je mobiele telefoon, deze app is gratis en hiermee kan je verschillende grootheden meten.

5. Open in Phyphox **Audio spectrum** (zie figuur 1)

Met deze metingen kan je het frequentiespectrum meten.

Welke grootheid en eenheid staat op de horizontale as?

Antwoord: _____

De verticale as geeft de intensiteit van het geluid weer. De eenheid is hier niet van belang, een hogere waarde betekent harder geluid.

Let op: de assen zijn op je mobiele telefoon logaritmisch geschaald ($10^1 (=10)$ — $10^2 (=100)$ — $10^3 (=1000)$ — ...)

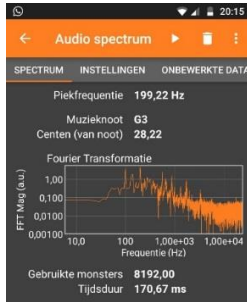
6. Start de meting door op de play-knop rechts boven te drukken.
7. Om te begrijpen wat dit spectrum weergeeft, ga je eerst van een bekende toon het spectrum meten. Een mobiele telefoon opent in Phyphox de **Toongenerator** en speelt daar een willekeurige toon af. De andere telefoon meet het audiospectrum. Maak een screenshot van het audiospectrum, leg kort uit wat je ziet. Had je dit spectrum ook verwacht?

Antwoord: _____

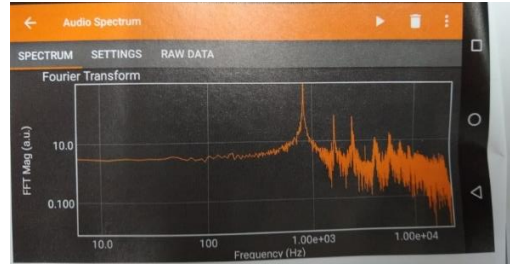
Plak hierin je screenshot

8. Zorg ervoor dat de onderkant van je buisje goed is gesloten en blaas over de bovenkant van het buisje, zodra je een goede toon hoort en pieken in het spectrum ziet ontstaan, druk je op de pauze om de meting vast te leggen. In het spectrum dat je dan meet, moeten dus duidelijk een aantal pieken zichtbaar zijn (zoals bij figuur 2).

Geef niet meteen op, het kan een tijdje duren voordat je in staat bent om een duidelijke toon te blazen.



Figuur 1: Phyphox → Audio spectrum.



Figuur 2: Een spectrum met duidelijke pieken

9. Exporteer de data naar Excel. Doe dit door op de 3 puntjes te klikken → Export Data → Excel. En sla deze gegevens op in een computer met Excel.
10. Je krijgt nu heel veel data punten. Maak een plot van de data (met op de horizontale as de frequentie en op de verticale as de amplitude). Bedenk zelf welke data gegevens interessant zijn om te plotten. De drie pieken moeten duidelijk zichtbaar zijn.
11. Print de grafiek uit en plak die in onderstaande box.

Plak hierin je grafiek

Geluidssnelheid meten

Bereken voor iedere toon de geluidssnelheid en bereken de gemiddelde geluidssnelheid.

Antwoord: _____

Vergelijk je antwoord met de geluidssnelheid in Binas. Met hoeveel procent wijkt je gemiddelde gemeten geluidssnelheid af met die in Binas?

Antwoord: _____

Discussie

Waarom kan het liggen dat je gemeten geluidssnelheid afwijkt van de waarde in Binas?

Antwoord: _____

Wat gebeurt er met de geluidssnelheid als de frequentie wordt verdubbeld?

Antwoord: _____

Als je het experiment opnieuw kon doen, wat zou je veranderen in je aanpak om het nauwkeuriger te doen?

Antwoord: _____

Klaar met het practicum? Stuur een mail naar I.dappers@twentscarmelcollege.nl om een afspraak te plannen!

A2 Proefwerkopgave

Bij een frequentie van 0,84 Hz ontstaat een staande golf met behalve twee knopen aan het eind ook twee knopen ertussen. Er zijn 3 buiken te zien. De brug is 28 m lang.

2. Bereken de golfsnelheid in de brug. (3p)

A3 Werkblad practicum 2

Voor de pretest zie: <https://cloud.graasp.eu/nl/pages/5ce6b61d7cc51b03c24bc627/auth;pwd=false>

Naam: _____

De Balans

Leerdoelen:

1. Beschrijven van de factoren welke bepalen of twee objecten in balans zijn.
2. Voorspellen hoe een verandering in positie van massa op de balans de beweging van de balans zal veranderen.
3. Gebruik van een balans voor het bepalen van massa's van voorwerpen.

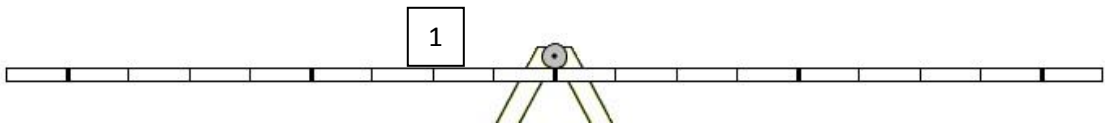
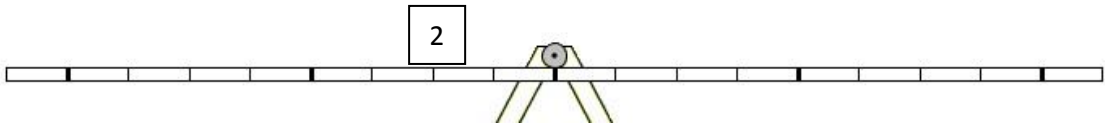
De opdracht:

1. Onderzoek de **Balanceren applet (Balnceer Lab)** simulatie met je partner. Tijdens het onderzoek beschrijf je minimaal 3 dingen die je kan veranderen/meten. (Voor ongeveer 5 minuten)
https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_nl.html

2. Is er meer dan één mogelijkheid om twee objecten met **identieke massa's** in balans te krijgen? Zo ja, beschrijf hoe, zo nee beschrijf de enige manier.

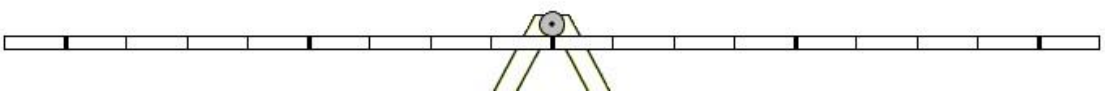
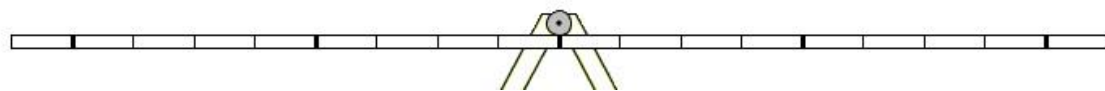
3. Waar moet je een blok plaatsen van 1 kg in onderstaande figuur. Hierin heeft blok 1 een massa van 1 kg en blok 2 een massa van 2 kg.

Zorg ervoor dat je de **massa's** en de **afstand van de massa tot draaipunt** aangeeft!

1.	
2.	

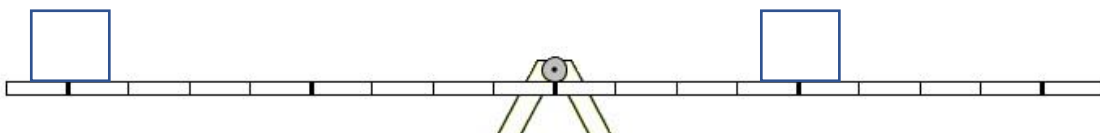
4. **Teken** twee voorbeelden van een balans die in evenwicht is door een massa aan de ene kant en twee verschillende massa's aan de andere kant.

Zorg ervoor dat je de **massa's** en de **afstand van de massa tot draaipunt** aangeeft!

1.	
2.	

5. Voor de afbeelding van vraag 4, **teken de krachten** op ieder voorwerp

6. In onderstaande afbeelding is de box aan de linker kant 45 kg en aan de rechter kant 60 kg. De balans:
- Draait linksom
 - Draait rechtsom
 - Is in evenwicht
- Geef aan hoe je aan je antwoord komt.



7. Uitdaging! Wat is de **massa** van het *Onbekende voorwerp F*? Leg uit hoe je de massa hebt bepaald.

Post test

Hieronder staat een foto van een kind en een “man” op de wip.

- Wie heeft een grotere massa, het meisje of de man?
- Geef in de figuur aan de locatie van het draaipunt, zwaartekracht (op man en op meisje) en de arm (meisje en man).
- Bepaal de verhouding van de massa van de “man” met die van het kind.



Tim en Pim zitten samen op een wip. De afstand tussen hun zwaartepunten bedraagt 4,25 m. Marco heeft een massa van 75 kg, Marloes een massa van 56 kg. De wip is in evenwicht.

- Bereken de afstand van het zwaartepunt van Marco tot de draaias van de wip.

A4 Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI)



Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI)

Hieronder volgen 22 stellingen over een activiteit. Je docent zal uitlegen over welke activiteit of opdracht de vragen gaan. Omcirkel per stelling in hoeverre je jezelf in die stelling herkent. Er is geen goed of fout antwoord.

Naam: _____

Leeftijd: _____

Jongen

Meisje

Klas: _____

Docent: _____

☐☐

Pas helemaal niet bij mij

Past helemaal bij mij

- | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Ik vond deze activiteit erg leuk om te doen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2. Ik voelde mij niet nerveus terwijl ik bezig was met de activiteit. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3. Ik had voor mijn gevoel de keuze om de activiteit wel of niet te doen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4. Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5. Ik vond deze activiteit erg interessant. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6. Ik voelde mij gespannen tijdens de activiteit. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 7. Ik denk dat ik best wel goed ben in deze activiteit, vergeleken met andere leerlingen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8. Het was een leuke activiteit om te doen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 9. Ik was ontspannen tijdens de activiteit. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10. Ik vond het erg leuk om deze activiteit te doen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 11. Ik had niet echt een keuze om de activiteit wel of niet te doen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 12. Ik ben tevreden met hoe ik het heb gedaan bij deze activiteit. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 13. Ik was nerveus tijdens de activiteit. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14. Ik vond de activiteit erg saai. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

15. Ik heb het gevoel dat ik deed wat ik wilde doen terwijl bezig was met de activiteit.	1	2	3	4	5	6	7
16. Ik voelde mij competent* bij deze activiteit.	1	2	3	4	5	6	7
17. Ik vond de activiteit erg interessant.	1	2	3	4	5	6	7
18. Ik ervaarde druk tijdens de activiteit.	1	2	3	4	5	6	7
19. Ik heb het gevoel dat ik de activiteit moest doen.	1	2	3	4	5	6	7
20. Ik zou de activiteit als 'erg leuk' omschrijven.	1	2	3	4	5	6	7
21. Ik deed de activiteit omdat ik geen keuze had.	1	2	3	4	5	6	7
22. Nadat ik enige tijd bezig was met deze activiteit, voelde ik mij best competent.*	1	2	3	4	5	6	7

** Competent: in hoeverre je goed bent in iets.*

A5 Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI) score

Scoring information.

Begin by reverse scoring items # 2, 9, 11, 14, 19, 21. In other words, subtract the item response from 8, and use the result as the item score for that item. This way, a higher score will indicate more of the concept described in the subscale name. Thus, a higher score on pressure/tension means the person felt more pressured and tense; a higher score on perceived competence means the person felt more competent; and so on. Then calculate subscale scores by averaging the items scores for the items on each subscale. They are as follows. The (R) after an item number is just a reminder that the item score is the reverse of the participant's response on that item.

Interest/enjoyment:

1, 5, 8, 10, 14(R), 17, 20

Perceived competence:

4, 7, 12, 16, 22

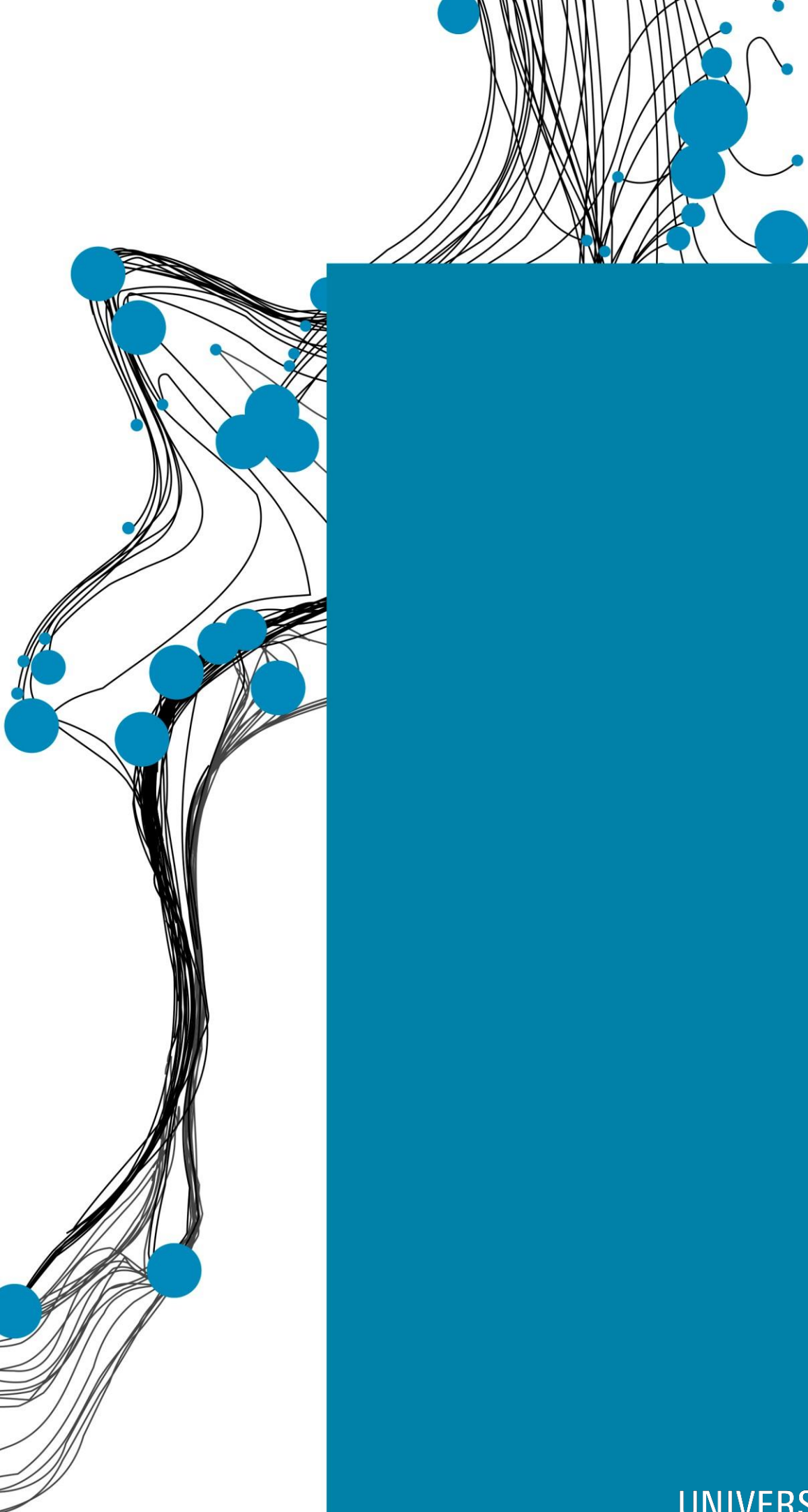
Perceived choice:

3, 11(R), 15, 19(R), 21(R)

Pressure/tension:

2(R), 6, 9(R), 13, 18

The subscale scores can then be used as dependent variables, predictors, or mediators, depending on the research questions being addressed.



UNIVERSITY OF TWENTE.