
VIDEOMETING IN EEN OPEN ONDERZOEK MOTIVATIE EN EFFECTIVITEIT



VERSLAG ONDERZOEK VAN ONDERWIJS, OPLEIDING SCIENCE EDUCATION (PHYSICS)

UNIVERSITEIT TWENTE, ENSCHEDE, INSTITUUT ELAN

AUTEUR : LUUK APPELMAN (S0206237)

BEGELEIDING : HENK POL EN FER COENDERS

ENSCHEDÉ, OKTOBER 2011

SAMENVATTING

Het gebruik van videometing in een open onderzoeksvorm doet leerlingen kennismaken met natuurwetenschappelijk onderzoek.

Door middel van observaties, enquêtes en interviews is gekeken naar de motivatie van leerlingen voor een open onderzoek en naar de effectiviteit van het videomeetpracticum. Ook is gekeken of leerlingen vanzelf stappen van een natuurwetenschappelijk onderzoek leren door een videomeetpracticum.

Het onderzoek werd uitgevoerd in een 4 HAVO klas en een 5 VWO klas. Beide groepen waren in het begin van het onderzoek gemotiveerd. De HAVO-groep moest extern gemotiveerd worden bij het analyseren van de video. Dit werd veroorzaakt door technische problemen en door het gebrek aan videomeetvaardigheden. De VWO-leerlingen bleven zelfstandig doorwerken maar liepen vast door technische problemen. Op één leerling na bleek niemand onderzoeksstappen te leren door videometing.

Het videometen moet eerst voldoende beheerst worden wil een open onderzoek met videometing kans van slagen hebben.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	3
Hoofdstuk 1 : inleiding	7
Hoofdstuk 2 : theoretisch kader.....	8
2.1 Hoe kun je leren door het doen van practicum?.....	8
2.2 Hoe leer je in een open onderzoek?	10
2.3 hoe zit de intrinsieke motivatie in elkaar?	11
2.4 Welk verschil is er tussen een HAVO- en VWO-leerling met betrekking tot het leren op school?	13
2.5 Welke kenmerken heeft videometing?	14
2.6 welke stappen uit een experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek zitten er in een videomeetonderzoek?.....	16
Hoofdstuk 3 : doel van het onderzoek	18
Onderzoeksvraag.....	18
Deelvragen	18
Hypotheses.....	18
Hoofdstuk 4: Onderzoeksmethode	19
4.1 Beschrijving onderzoeksgroepen	19
4.2 de context van het onderzoek.....	19
4.2.1 Voorbereiding.....	19
4.2.2 Tijd van het jaar en omvang van het onderzoek.....	19
4.2.3 Instructie.....	19
4.2.4 Herzien open onderzoek	20
4.2.5 Eindproduct	20
4.3 de onderzoeksprocedure	20
4.3.1 Beschrijving meetinstrumenten	20
4.3.2 analysering data en beantwoording onderzoeksvragen	21
Hoofdstuk 5 : Resultaten en analyse.....	23
5.1 Enquête practicum	23
5.2 Nulmeting onderzoeksvaardigheden	24
5.3 eigen observaties.....	24
5.3.1 groepssamenstelling en onderwerpskeuze.....	24
5.3.2 Het maken van de video.....	24
5.3.3 Het analyseren van de video	24
5.4 reflectie collega	25
5.5 eindmeting onderzoeksvaardigheden.....	25

5.6 verslagen leerlingen	26
5.7 Evaluerende vragenlijst	26
5.8 Evaluatie gesprek	26
Hoofdstuk 6 : toetsing hypotheses, beantwoording deelvragen en onderzoeksvraag.....	28
6.1 toetsing hypotheses	28
6.1.1 Leerlingen zijn intrinsiek gemotiveerd voor het doen van een herzien open onderzoek....	28
6.1.2 Leerlingen zijn autonoom in een herzien open onderzoek.....	28
6.1.3 Videometing is effectief op niveau 1: leerlingen doen wat ze moeten doen.	28
6.1.4 Videometing is effectief op niveau 2: leerlingen leggen verband tussen wat ze waargenomen hebben en het natuurkundige concept dat er achter zit.....	28
6.1.5 Door videometing toe te passen in een open onderzoek leer je stappen die horen bij een experimenteel wetenschappelijk onderzoek.	28
6.2 Beantwoording onderzoeksvragen	29
6.2.1 Hoe motiverend werkt een herzien open onderzoek?	29
6.2.2 Hoe effectief is het leren door middel van videometing?.....	29
6.3 In hoeverre draagt videometing in een herzien open onderzoek bij aan het leren van onderzoeksvaardigheden?	29
hoofdstuk 7 : discussie en aanbevelingen.....	30
7.1 discussie.....	30
7.1.1 Meetinstrumenten	30
7.1.2 vaardigheden en technische problemen.....	30
7.1.3 begeleiding	30
7.1.4 onderbreking van het onderzoek	30
7.2 Aanbevelingen.....	30
7.2.1 eerst effectiviteit niveau 2, dan een open onderzoek	30
7.2.2 Stappenplan onderzoek.....	31
7.2.3 voorkomen van technische problemen bij videometing.....	31
Hoofdstuk 8 : literatuurlijst	32
Hoofdstuk 9: bijlagen	33
Bijlage 1 : Ideeën voor videometen.....	33
bijlage 2: Vragenlijst practicum	34
Bijlage 3 : nul- en eindmeting onderzoeksvaardigheden	36
bijlage 4 : Vragenlijst videometing	37
bijlage 5 : Resultaten nul- en eindmeting onderzoeksvaardigheden.....	38
bijlage 6 :groepssamenstelling en onderwerpskeuze	44
bijlage 7 : het maken van de video.....	46
bijlage 8 : het analyseren van de video	47

bijlage 9 : resultaten videometingen.....	49
bijlage 10 : vragenlijst videometing.....	50

HOOFDSTUK 1 : INLEIDING

Een veelvoorkomend probleem in het practicumonderwijs is dat er drie soorten practica door elkaar lopen (apparatuur-, onderzoeks- en begripspracticum) [1]. Het initiatief dat in Groot Brittannië is ontplooid onder de naam 'Getting Practical'[3] laat zien dat er twee niveaus zijn waarop practicum effectief kan zijn: *leerlingen doen wat ze moeten doen* en *leerlingen leggen verband tussen wat ze waarnemen en het achterliggende natuurkundige concept*.

Uit eerder onderzoek blijkt dat het werken in een open onderzoeksvorm het meest effectief als er tussentijds een controlemoment wordt ingevoerd, het zogenaamde herzien open onderzoek [6]. Het is daarbij wel belangrijk dat de benodigde kennis en vaardigheden beheerst worden [8].

De aanleiding voor dit onderzoek ligt in de wens leerlingen in aanraking te laten komen met natuurwetenschappelijk onderzoek. Mijn mastervakken heb ik gevolgd bij de vakgroep vloeistoffysica. Bij het onderzoek naar vloeistoffen wordt veel gebruik gemaakt van videometing. Dit bracht mij op het idee om videometing te gebruiken voor mijn onderwijskundig onderzoek.

Met dit onderzoek wil ik meten in hoeverre open onderzoek leerlingen motiveert en hoe effectief een videomeetpracticum kan zijn. In het bijzonder wil ik nagaan of leerlingen door de activiteit van het videometen vanzelf stappen leren waaruit een natuurwetenschappelijk onderzoek bestaat.

Ik laat de leerlingen zelf een onderwerp bedenken en een bijbehorende onderzoeksvraag opstellen. Met hun eigen mobiel maken ze daarbij een video die ze vervolgens in Coach analyseren. Door middel van observaties, enquêtes en vraaggelbesprekken wil ik de motivatie meten voor het open onderzoek en de effectiviteit van het videomeetpracticum vaststellen.

HOOFDSTUK 2 : THEORETISCH KADER

In mijn onderzoek wil ik leerlingen in aanraking laten komen met de manier waarop in de wetenschap onderzoek wordt gedaan. Net als in de wetenschap wil ik ze zelf een onderzoeksvraag laten opstellen en vervolgens een onderzoek laten ontwerpen om die vraag te beantwoorden. Deze open vorm vraagt om initiatief van de leerlingen. Er wordt een beroep gedaan op hun intrinsieke motivatie.

Ik wil gaan werken met een HAVO- en een VWO-groep. Daarom wil ik de verschillen tussen deze niveaus met betrekking tot het leren gaan bekijken.

Omdat in het natuurwetenschappelijk onderzoek veel gebruik wordt gemaakt van videometing, wil ik dit instrument ook gaan gebruiken in mijn onderzoek.

In de volgende paragrafen wil ik door middel van een literatuurstudie antwoorden krijgen op de volgende vragen:

1. *Hoe kun je leren door het doen van practicum?*
2. *Hoe leer je in een open onderzoek?*
3. *Hoe zit de intrinsieke motivatie in elkaar?*
4. *Welk verschil is er tussen een HAVO- en VWO-leerling met betrekking tot het leren op school?*
5. *Welke kenmerken heeft videometing?*
6. *Welke onderzoeksstappen zitten er in een videometingonderzoek?*

2.1 HOE KUN JE LEREN DOOR HET DOEN VAN PRACTICUM?

Van den Berg en Bunning (1994) vertellen dat vergelijkend onderzoek van lesmethoden in het buitenland met en zonder practicum maar weinig verschil laat zien [1]. Het enige voordeel van practicum is dat leerlingen vaardiger worden met apparatuur. Meer begrip van de stof wordt er niet door verkregen. In het artikel worden drie soorten practica onderscheiden:

1. **Apparatuurpracticum**

Kookboekachtig vaardighedenpracticum om te leren werken met apparatuur

2. **Onderzoekspracticum**

Oefenen van onderzoeksvaardigheden zoals het komen tot een probleemstelling, het vertalen van variabelen in meetbare grootheden, observeren, meten, verwerken van gegevens in tabellen en grafieken, conclusies trekken. In tegenstelling tot een apparatuurpracticum vereist een onderzoekspracticum juist vrijheid van een leerling om keuzes te maken.

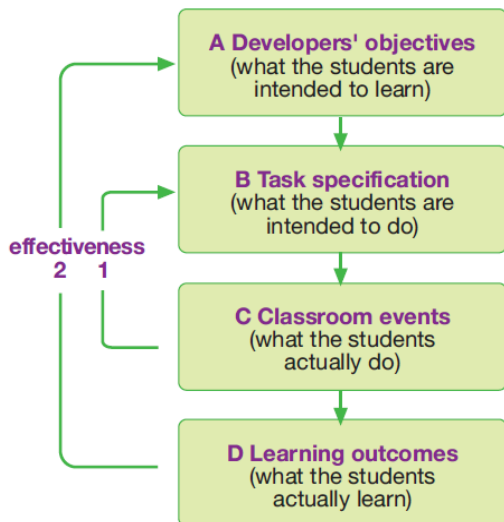
3. **Begripspracticum**

Een uitgekende serie activiteiten waarbij –beginnend bij leerling-ideeën en -intuïties- zorgvuldig een begrip wordt opgebouwd en afgezet tegen zogenaamde misconcepties.

Probleem in het onderwijs is volgens deze auteurs dat de drie soorten practica niet onderscheiden worden maar door elkaar lopen. Ze melden dat uit een Amerikaans onderzoek blijkt dat leerlingen zelden of nooit wordt gevraagd een eigen onderzoeksvraag te formuleren, een voorspelling te doen of zelf een proef uit te denken.

Duit en Tesch (2010) komen tot dezelfde conclusie [2]. Uit een grootschalig video-onderzoek dat zij deden op scholen in Duitsland en Zwitserland, bleek dat er weinig kansen waren voor open onderzoek. Ook zij stellen vast dat het doen van experimenten niet leidt tot een beter begrip. De bekende quote: “Ik hoor en ik vergeet, ik zie en ik onthoud, ik doe en ik begrijp” doet geloven dat het leren door het doen van experimenten superieur is maar dat blijkt niet uit het onderzoek. “Hands-on” moet verenigd worden met “Minds-on”.

Deze laatste conclusie wordt verder uitgewerkt door het initiatief dat in Groot Brittannië is ontplooid onder de naam ‘Getting Practical’[3]. De Association for Science Education (ASE), de Britse zusterorganisatie van de NVON, heeft een trainingsprogramma opgezet voor docenten om het praktisch werk efficiënter te maken in het onderwijs. Zij vroegen Millar en Abrahams, twee gerenommeerde experts op het gebied van de didactiek van de bètavakken, advies te geven over hoe docenten de effectiviteit van praktisch werk kunnen verbeteren [4]. Een artikel van hun hand in *School Science Review* [5] vormt de basis van de inhoud van het nascholingspakket. Zij onderscheiden twee niveaus van effectiviteit (zie figuur 1). Het eerste niveau is het makkelijkst te bereiken: de leerlingen doen in het practicum wat ze moeten doen. Het tweede niveau is moeilijker te meten en



Figuur 1 : Twee niveaus van effectiviteit binnen het practicum.



Figuur 2 : Praktisch werk ondersteunt leerlingen in het verband leggen tussen twee domeinen.

lijkt niet op korte termijn bereikt te kunnen worden maar eerder het resultaat te zijn van een serie lessen waarvan het practicum een onderdeel is. Inzoomend op het 2^e niveau van de effectiviteit is de bedoeling van praktisch werk dat leerlingen verband leggen tussen twee domeinen (zie figuur 2). Kramers en Bom (2010) vertalen deze domeinen als: domein van objecten en waarneembare verschijnselen en domein van begrippen [4]. Dat laatste kan vakconcepten behelzen zoals de wet van Ohm. Als leerlingen kunnen pendelen tussen beide domeinen combineren ze dus ‘hands-on’ met ‘minds-on’. Er moet goed gekeken worden of de activiteit ook het te leren begrip ondersteund.

Beide niveaus van effectiviteit kan ik betrekken in mijn onderzoek. Het eerste niveau is observeerbaar en het tweede niveau moet blijken uit het resultaat dat leerlingen bereiken in combinatie met een evaluerend gesprek.

Ik wil nu gaan inzoomen op het onderzoekspracticum en dan met name op de open vorm ervan.

2.2 HOE LEER JE IN EEN OPEN ONDERZOEK?

Anders, Berg e.a. (2003) deden onderzoek naar de effectiviteit van open onderzoek [6]. Het experiment ging over het vergelijken van twee katalysators in een scheikundeprrof. De benodigde theorie was behandeld. Er werden drie soorten instructiegroepen gemaakt: een verklarende instructie (procedure is gegeven), een open onderzoek en een herzien open onderzoek waarbij halverwege een controlemoment was ingebouwd. Met behulp van een vragenlijst (een bewerking van het houdingschema van Perry (1970)) werd vastgesteld of studenten een positieve leerhouding (Hipos) hadden of een minder positieve leerhouding (Lopos). Om leeruitkomsten te beoordelen werd de taxonomie van Bloom gebruikt: kennis, inzicht, toepassing, analyse, synthese en evaluatie. Een aantal kenmerkende reacties van studenten die aan het onderzoek meededen staan in tabel 1.

TABEL 1: REACTIES VAN STUDENTEN OP HUN INSTRUCTIEVORM

	Verklarende instructie	Open onderzoek	Herzien open onderzoek
Lopos	Ik wil duidelijke instructies anders wordt het een chaos en krijg ik tijdgebrek. Ik doe wat mij gezegd word, ik hou niet van experimenten	Interessant, zet je aan het denken. Je leert meer, het plannen is wel moeilijk maar het lukt uiteindelijk wel.	Interessant, meer zoals een echt onderzoek. Moeilijk vooraf maar als je eenmaal bezig bent gaat het wel. Het geeft me zelfvertrouwen, ik kon zelf iets doen, uitdaging!
Hipos	Moeilijk zonder instructies. Ik doe liever open onderzoek maar practicum wordt zo wel moeilijk.	Gaaf om je eigen experiment te plannen. We konden stoeien met onze kennis. De resultaten waren waardeloos maar ik begreep wel waarom! Ik wilde nog creatiever zijn maar er waren te weinig spullen.	Goed om je eigen ideeën uit te proberen, vrijheid! Ik had mezelf beter moeten voorbereiden, ik koos voor de makkelijke oplossing om tijd te winnen voor het examen leren.

Studenten bleken meer te leren van het (herziene) open onderzoek dan van de verklarende instructie. Dit geldt voor zowel Lopos als Hipos en dan voor de vaardigheden analyse, synthese en evaluatie. Het (herzien) open onderzoek leidde tot meer betrokkenheid wat blijkt uit het feit dat er meer tijd gestoken werd in de voorbereiding van het experiment en in het werken in het laboratorium. Ook hadden deze studenten een positief oordeel over de waarde van het experiment en vonden ze het een interessante opdracht.

De open onderzoeksvormen genereerde nieuwe vragen en de studenten ontwikkelden nieuwe onderzoekopstellingen. Reactie van een docent: "Een nieuw idee brengt weer een nieuw idee voort. Een open onderzoek is wel moeilijker te begeleiden omdat er een grotere diversiteit aan vragen komt vanuit de studenten."

Een open onderzoeksvorm waarbij tussentijds controlemomenten worden gecreëerd levert dus het meeste resultaat op. Leerlingen die minder gemotiveerd zijn moeten daarbij extra aandacht krijgen. De begeleiding is moeilijk maar daar ik ga werken met kleine groepen moet het te doen zijn.

Colburn (2000) pleit ervoor om bij een open onderzoek te beginnen met onderdelen[7]. Leer leerlingen bijvoorbeeld eerst data te analyseren. Geef ze daarna alleen een paar procedures. Zorg voor een vertrouwd raken met deze manier van onderwijs. In mijn onderzoek heb ik daar echter geen tijd voor. Door waar nodig instructie op maat te geven denk ik eventuele problemen op te lossen.

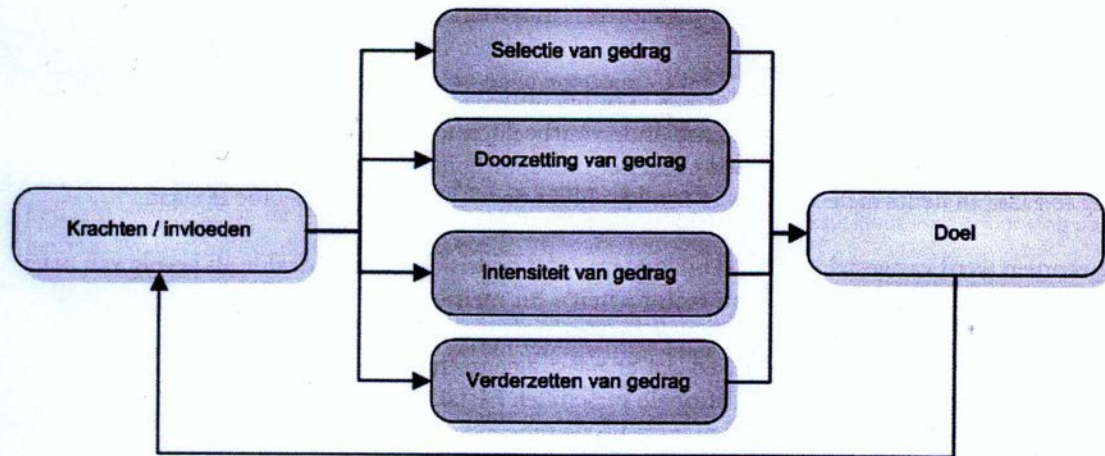
Naast positieve geluiden over de open onderzoeksvorm zijn er ook negatieve. Kirschner e.a. (2006) keren zich helemaal tegen een open onderzoek [8]. Zij baseren zich op de werking van het lange termijn geheugen en het werkgeheugen. Het werkgeheugen is voor bewuste processen. Het heeft weinig capaciteit en slaat informatie voor korte duur op. Deze beperkingen hebben alleen invloed op het verwerven van nieuwe informatie. Ze verwijzen naar een onderzoek van De Groot (1945/1965) bij schakers waar bleek dat ervaren schakers de stellingen van echte wedstrijden veel beter kunnen onthouden vergeleken met beginnende schakers terwijl zij willekeurige stellingen niet beter onthouden. Hier speelt lange termijn geheugen een rol bij het probleemoplossend denken. Ze kunnen snel karakteristieken herkennen. Bij instructies gaat het er om dat we veranderingen aanbrengen in het lange termijn geheugen. Als het werkgeheugen gebruikt wordt voor het zoeken naar oplossingen, kan het niet gebruikt worden om te leren (dingen opslaan in lange termijn geheugen). De manier waarop experts werken op hun terrein is niet equivalent aan de manier waarop je leert op dat terrein. Het succes van het open onderzoek bij Anders, Berg e.a. (2003) ligt dan waarschijnlijk in het feit dat de scheikundestudenten al experts waren op hun gebied, dat wil zeggen dat ze de benodigde kennis al in hun lange termijngeheugen hadden opgeslagen. De leerlingen die ik onderzoek wil laten doen hebben al ervaring met videometing en een herzien open onderzoek biedt denk ik genoeg mogelijkheden om leerlingen voor vastlopen te behoeden. Daarbij denk ik dat een open onderzoeksvorm leerlingen motiveert.

2.3 HOE ZIT DE INTRINSIEKE MOTIVATIE IN ELKAAR?

Wat is motivatie eigenlijk? Martin Valcke (2010, blz. 589, [9]) geeft een uitgebreid overzicht van hoe er vanuit verschillende leertheorieën gedacht wordt over motivatie. Omdat vanuit die verschillende theorieën ook verschillende visies op motivatie zijn ontwikkeld is het lastig om het begrip motivatie eenduidig te definiëren. Valcke komt tot een voorlopige werkomschrijving die vanuit de verschillende leertheorieën verfijnd kan worden:

“Motivatie wordt gezien als het geheel aan invloeden en krachten die kenmerken van toekomstig gedrag beïnvloeden.”

Deze kenmerken zijn weergegeven in figuur 3. De gedragskenmerken die voortvloeien uit de motivatie (het geheel van krachten en invloeden) zijn in het midden van het schema weergegeven. De kenmerken zijn doelgericht maar het doel heeft zelf ook weer invloed op de motivatie. De doelgerichte activiteit is meestal observeerbaar maar het kan ook zijn dat het een gedachteproces is



Figuur 3 : Een schematische voorstelling van het begrip motivatie.

en dan is het niet observeerbaar. De verfijningen die in dit model aangebracht kunnen worden zoomen in op bijvoorbeeld de verwachtingen die je van een taak kunt hebben (kan ik de taak succesvol uitvoeren) en de bijbehorende waarde die je er aan kunt hechten of de redenen voor succes of mislukking (aanleg, moeilijkheidsgraad, geluksfactor en geleverde inspanning).

Valcke ([9], blz. 606) omschrijft de extrinsieke en intrinsieke motivatie als volgt:

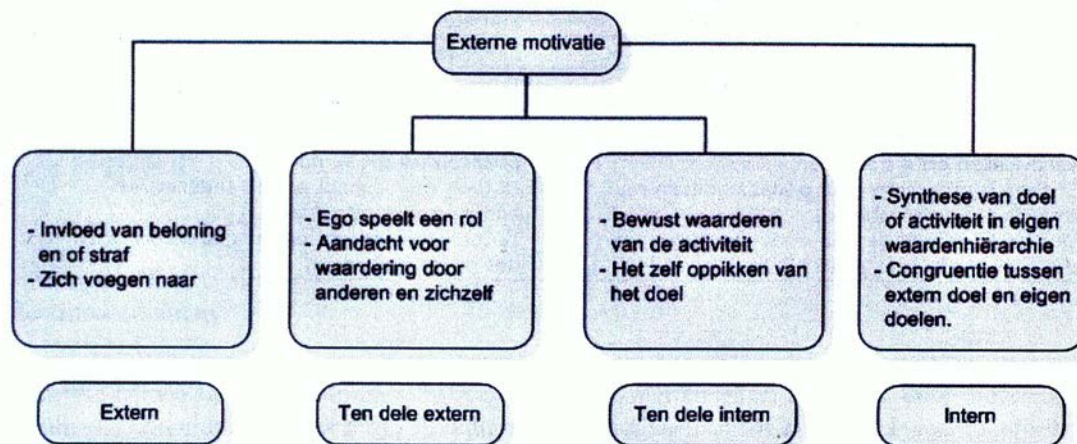
- *Extrinsieke motivatie* speelt een rol wanneer men een taak of opdracht uitvoert omdat die direct iets oplevert. De taakuitvoering is een middel om een extern doel te bereiken: een beloning, punten, waardering door anderen of het vermijden van een straf.
- *Intrinsieke motivatie* verwijst naar het aanpakken van een taak, opdracht omwille van de taak zelf. Men wil de taak uitvoeren, men heeft er plezier aan. Er wordt geen beloning verwacht voor het uitvoeren van de taak.

Vervolgens beschrijft Valcke de zelfdeterminatietheorie van Deci & Ryan (2001). Zelfdeterminatie staat bij hen voor intrinsieke motivatie. Zij onderscheiden drie soorten behoeften voor zelfdeterminatie:

- een behoefte aan beheersing (*competence*): 'Ik wil mijn situatie beheersen';
- een behoefte aan 'erbij horen en verwantschap' (*relatedness*): 'Ik wil dat anderen zien dat ik mijn situatie beheers en dat ik samen met hen mijn situatie onder controle heb';
- een behoefte aan autonomie (*autonomy*): 'Ik wil dit zelf kunnen doen, ik wil mijn situatie zelf kunnen aanpakken'.

Competence en autonomie zijn observeerbaar. Willen de leerlingen met de opdracht aan de slag (competence) en kunnen ze dat zelfstandig (autonomy)?

De zelfdeterminatietheorie laat ook zien dat de motivatie zich kan ontwikkelen van extern naar intern (zie figuur 4). Vanuit het moeten (punten halen of straf ontlopen) ontwikkelt zich de motivatie



Figuur 4 : Evolutie van externe naar interne motivatie.

via waardering van anderen naar het stellen van eigen doelen. In dit model kan een leerling zowel gestuurd worden door interne als door externe motivatie. Valcke ([9], blz. 623) somt vanuit de literatuur een aantal suggesties op voor leren vanuit een intrinsieke motivatie:

- Geef uitdagende opdrachten
- Geef vrij veel keuzemogelijkheden
- Prikkel de fantasie door simulaties en spelvormen te gebruiken
- Vermijd het dreigen met deadlines
- Vermijd een continue controlerende instelling.

Deze aanbevelingen passen goed bij de open onderzoeksvorm die ik wil gaan gebruiken. De motivatie, intern of extern, en de mate van autonomy zijn observeerbaar. Omdat ik mijn onderzoek ga uitvoeren in een HAVO- en een VWO-groep is het de vraag of het niveau van een leerling nog van invloed is op de manier waarop hij gemotiveerd raakt en hoe hij met opdrachten omgaat.

2.4 WELK VERSCHIL IS ER TUSSEN EEN HAVO- EN VWO-LEERLING MET BETREKKING TOT HET LEREN OP SCHOOL?

In een rapport [10] van Berenice Michels (SLO, 2006) wordt gewezen op het verschil in 'leervermogen' tussen HAVO- en VWO-leerlingen. Daarmee wordt bedoeld op het abstraherend vermogen en het tempo. Op het VWO zitten meer 'denkers' en op het HAVO meer 'beslissers' en 'doeners' (leerstijlen Kolb). Onderzoek dat dit verschil in leerstijlen bevestigt, is overigens niet bekend aan Michels. Wel sluit dit gesuggereerde verschil in leerstijlen aan bij de algemene beleving dat de leerlingenpopulatie op het HAVO meer heterogeen is dan op het VWO.

Docenten hebben expliciete ideeën over de motivatie van havo en vwo leerlingen. Havisten zijn meer gericht op een product, vwo'ers worden eerder inhoudelijk gegrepen door de lesstof. Ook de aard van de opdracht die motiveert is verschillend in de optiek van docenten: voor Havoleerlingen moet een opdracht spannend zijn om gemotiveerd te raken en zij worden vaak pas gemotiveerd als ze

ergens 'midden in' zitten. Vwo-leerlingen zijn juist gevoelig voor de individuele uitdaging in een opdracht, zij werken ook meer om een positief imago in stand te houden en kunnen beter vanaf 'de buitenkant' naar nieuwe stof kijken.

Dat vwo'ers zelfstandiger zijn dan havisten wordt ook veelvuldig door docenten genoemd. Havoleerlingen hebben meer behoefte aan structuur en controle, moeten kleinere 'stappen' maken en meer oefenen. Vwo'ers gaan langer door met zelf naar een oplossing zoeken en hebben een groter probleemoplossend vermogen. Ze kunnen dan ook eerder grotere stappen zetten en hebben minder oefening nodig om zich een bepaalde vakvaardigheid eigen te maken.

In mijn onderzoek bieden de open onderzoeksvorm en het middel van videometing genoeg mogelijkheden voor een spannende opdracht op het HAVO. Het zelf filmen is nog niet eerder door hen gedaan en ze mogen zelf iets bedenken. Die eigen onderwerpskeuze moet ook genoeg mogelijkheden bieden voor Vwo'ers uitgedaagd te worden. Verder zal ik de havisten waarschijnlijk meer moeten begeleiden en kan ik verwachten dat ze minder autonoom zijn dan vwo-leerlingen.

Nu we naar de effectiviteit van het practicum en het leren in een open onderzoek hebben gekeken en vervolgens gezien hebben hoe intrinsieke motivatie in elkaar zit, kijken we tenslotte nog naar het instrument van videometing. Daarna wil ik gaan bekijken welke stappen bij het videometen overeenkomen met de stappen in een natuurwetenschappelijk onderzoek.

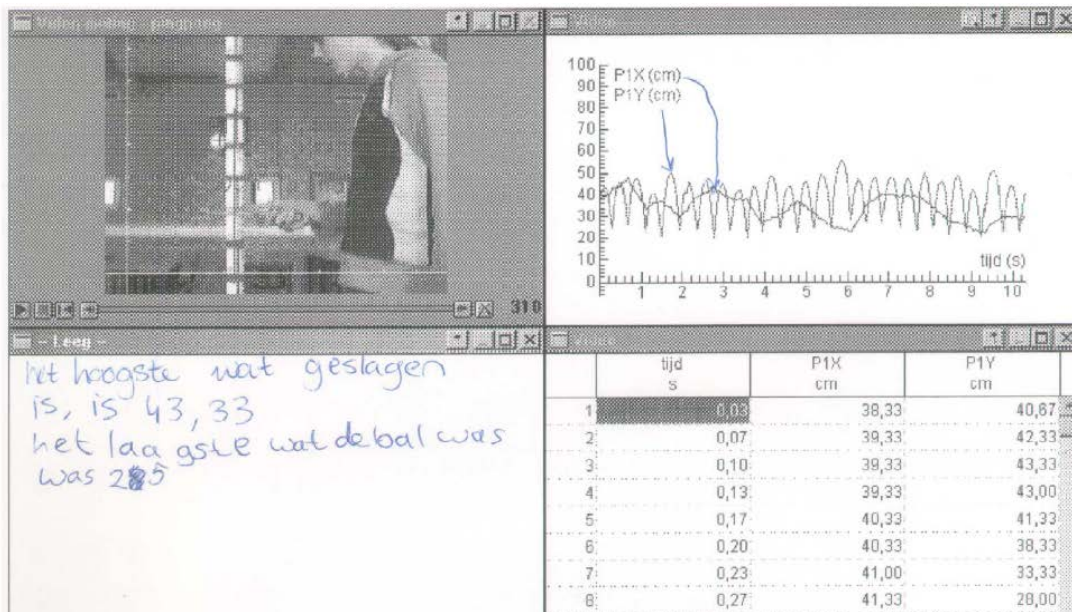
2.5 WELKE KENMERKEN HEEFT VIDEOMETING?

Ješková en Kireš (2007) bedachten een aantal redenen op waarom videometen nuttig is in het onderwijs [11]:

- Het geeft ons de mogelijkheid werkelijke processen uit het dagelijks leven te bestuderen in plaats van abstracte of geïdealiseerde modellen.
- We kunnen natuurkundewetten bewijzen in situaties die dicht bij de belangstelling van de leerlingen liggen, zoals transport, raketten, sport, dans etc..
- We kunnen bewegingen in detail analyseren, beeld voor beeld.
- Het geeft de mogelijkheid grafieken te maken in de reële tijd. De werkelijke situatie wordt gekoppeld aan een grafische presentatie wat helpt in het leren begrijpen van grafieken.
- Het verzamelen van data gaat snel en is relatief nauwkeurig.
- Videoanalyse is als gereedschap makkelijk te hanteren. Leerlingen kunnen zich meer concentreren op de natuurkunde in plaats van op de meettechniek.

Videometing is eigenlijk een combinatie van hands-on en simulatie. Bij hands-on gaat het om een fysieke opstelling waarbij de leerling zelf aanwezig is en alles zelf doet en bij een simulatie kun je denken aan applets waarbij de werkelijkheid geïmiteerd wordt. Nu kan de werkelijke aanwezigheid, hands-on, als niet werkelijk ervaren worden vanwege moeilijke apparatuur of doordat anderen al het werk doen. Bij de virtuele werkelijkheid, simulaties, blijkt de geloofwaardigheid van de realiteit belangrijker dan de fysieke realiteit (Ma en Nickerson (2006), [12]). Groot pluspunt van videometing is dat je de werkelijkheid zelf kunt filmen en vervolgens als applet kun gebruiken. Geloofwaardigheid van de verzamelde data is dan geen punt meer.

Het appletkarakter van videometing kan ervoor zorgen dat leerlingen zich langer kunnen concentreren op de proef omdat de videobeelden steeds herhaald kunnen worden. Dat bleek uit een vergelijkend onderzoek dat Larkin en Zolman (2000) deden naar het interpreteren van grafieken [16]. Een groep ging hands-on aan het werk en een groep gebruikte videoanalyse. De videogroep was onbewust langer en intensiever met de lesstof bezig.



Figuur 5 : Een verslag van twee leerlingen over tafeltennis.

Een mooie onderwijservaring met videometen beschrijven Heck en Uylings (2006) in een verslag van een videomeetproject in VMBO-TL-3 klassen [13]. Het project besloeg vijf lessen waarvan de eerste drie gebruikt werden om leerlingen vertrouwd te maken met videometing en -analyse (daar hadden ze geen ervaring mee). Naast Coach werd gebruik gemaakt van het 'Virtual Dub' (gratis software waarmee films bewerkt kunnen worden, zoals het draaien van het beeld, snijden op maat en het comprimeren naar een ander bestandsformaat). Vervolgens mochten de leerlingen zelf iets bedenken om te gaan filmen en analyseren. Het resultaat moest bestaan uit een rapport met een screenshot van de Coach activiteit met wat uitleg en conclusies (zie figuur 5). De resultaten waren als volgt.

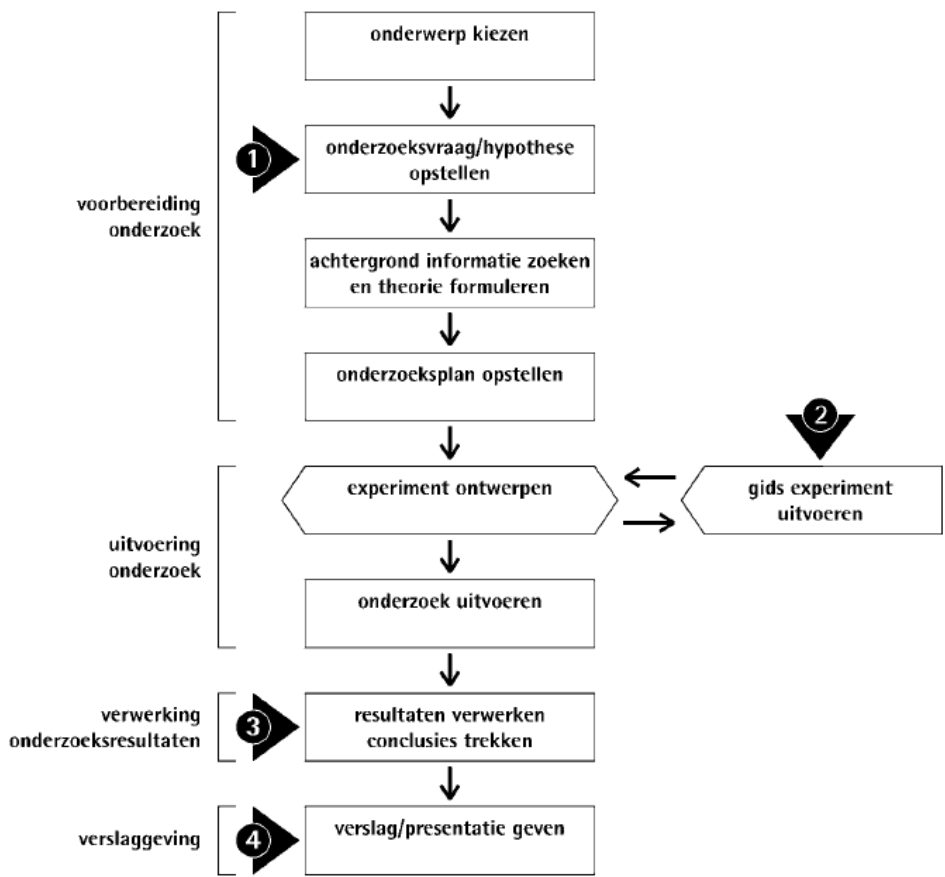
- Het lukte iedereen een bruikbaar filmpje te maken.
- Leerlingen vergaten videocompressies te maken waardoor files te groot werden (60 Mb of meer) waardoor het netwerk het begaf. (compressie naar MPEG-4 Video Codec V2).
- Leerlingen konden geen video's in een coachproject opslaan, alleen docenten hebben deze rechten.
- Het kostte veel tijd een weg te vinden in Virtual Dub.
- Leerlingen maken meteen een film zonder te kijken of de kwaliteit beter kan.
- Leerlingen vergaten een object voor het schalen in de film (tenzij er nadrukkelijk op gewezen was).
- Tijdens het filmen vergaten de leerlingen hun onderzoeksvragen.
- Het kostte veel tijd om het videometen met een gehele klas ineens te doen.

- Het vraagt te veel technische vaardigheden dat hen afleidt van de onderzoeksopzet en te veel laat steunen op hulp van docent of toa.

Er blijken dus heel wat valkuilen te zijn, op organisatorisch en technisch gebied, bij het gebruik van videometing. Maar het motiveert leerlingen ook en het geeft hen de mogelijkheid een bewegingssituatie, die in hun belangstellingssfeer ligt, nauwkeurig te observeren. Welke stappen uit een experimenteel wetenschappelijk onderzoek zijn er nu terug te vinden in een videomeetonderzoek?

2.6 WELKE STAPPEN UIT EEN EXPERIMENTEEL NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK ZITTEN ER IN EEN VIDEOMEETONDERZOEK?

Bax e.a. (1998) geven een schema (zie figuur 6) van onderzoeksstappen voor een experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek [14]. In tabel 3 daaronder heb ik de stappen uit figuur 3 gezet naast de stappen die je bij videometing tegenkomt in het onderzoek dat ik de leerlingen wil laten uitvoeren. Ik kies ervoor om het stellen van hypothesen weg te laten omdat de leerlingen daar nog niet bekend mee zijn. Ze mogen iets gaan onderzoeken wat met beweging te maken heeft (anders is het niet te filmen). Daarvoor moeten ze dan een vraag opstellen die door videometing te beantwoorden is. Ik stuur ze dus op het meetbaar zijn van de vraag. Wat opvalt in tabel 3 is dat de voorbereiding en de uitvoering in elkaar overlopen bij videometing (grijs gemarkeerde gebied). Er hoeft vooraf geen onderzoeksplan opgesteld te worden omdat de manier van meten (videometing) al vastligt. Leerlingen beperken zich hier dus tot het ontwerpen van een videomeetopstelling. De verwerking bij videometing gaat in principe altijd op dezelfde manier. Leerlingen klikken beeldje voor beeldje aan waarna ze afstand-tijd-tabellen en -grafieken kunnen genereren. Daaruit kunnen ze dan, als dat nodig is, de snelheid bepalen middels raaklijn of door het laten maken van een snelheid-tijd-grafiek of -tabel. Ten slotte moeten ze hun onderzoeksvraag beantwoorden en in mijn onderzoek wil ik dat ze beargumenteren of ze tevreden zijn met het antwoord.



Figuur 6 : Stappenplan voor een experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek.

TABEL 3: VERGELIJKING ONDERZOEKSTAPPEN EXPERIMENTEEL NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK EN VIDEOMETING IN MIJN ONDERZOEK

	Experimenteel Natuurwetenschappelijk Onderzoek	Videometing in mijn onderzoek
voorbereiding	Onderwerp kiezen	Onderwerp kiezen
	Onderzoeksvraag en hypothese opstellen	Onderzoeksvraag bedenken
	Onderzoeksplan opstellen	Videomeetopstelling ontwerpen
uitvoering	Experiment ontwerpen	
	Gidsexperimenten	Opstelling uitproberen
	Onderzoek uitvoeren	Film maken
verwerking	Resultaten verwerken	Film inlezen in coach en zo nodig bewerken (knippen, roteren)
		Grafieken en tabellen maken in coach
	Conclusies trekken	Grafieken analyseren
Verslaglegging	Verslag/presentatie geven	Onderzoeksvraag beantwoorden
		Verslag maken

HOOFDSTUK 3 : DOEL VAN HET ONDERZOEK

Een open onderzoek wordt bij het vak natuurkunde in het voortgezet onderwijs vrijwel nooit toegepast. Alleen het profielwerkstuk wordt in die vorm gedaan. Een practicum is vaak voorgekookt voor leerlingen. De onderzoeksvraag ligt al vast en vaak zijn de proeven een illustratie bij de theorie. In de lespraktijk komen leerlingen zo niet in aanraking met de manier waarop in de wetenschap onderzoek wordt gedaan.

Videometing is een instrument dat in veel natuurwetenschappelijk onderzoek wordt toegepast. Het gebruik van dit instrument zou daarom kunnen bijdragen aan het leren van onderzoeksvaardigheden.

Dit brengt mij tot de volgende onderzoeksvraag, deelvragen en de daaruit voortvloeiende hypothesen.

ONDERZOEKSVRAAG

In hoeverre draagt videometing in een herzien open onderzoek bij aan het leren van onderzoeksvaardigheden?

DEELVRAGEN

- 1. Hoe motiverend werkt een herzien open onderzoek?*
- 2. Hoe effectief is het leren door middel van videometing?*

HYPOTHESES

- 1. Leerlingen zijn intrinsiek gemotiveerd voor het doen van een herzien open onderzoek.*
- 2. Leerlingen zijn autonoom in een herzien open onderzoek.*
- 3. Videometing is effectief op niveau 1: leerlingen doen wat ze moeten doen.*
- 4. Videometing is effectief op niveau 2: leerlingen leggen verband tussen wat ze waargenomen hebben en het natuurkundige concept dat er achter zit.*
- 5. Door videometing toe te passen in een open onderzoek leer je stappen die horen bij een experimenteel natuurwetenschappelijk onderzoek.*

HOOFDSTUK 4: ONDERZOEKSMETHODE

4.1 BESCHRIJVING ONDERZOEKSGROEPEN

Het onderzoek is uitgevoerd in twee groepen waaraan ik NLT geef: een 4-HAVO-klas en een 5-VWO-klas. Voor deze groepen is gekozen omdat het kleine groepen zijn en omdat er in het onderwijsprogramma ruimte te maken was. Leerlingen die NLT volgen hebben een natuurprofiel en zijn dus bekend met practica in een exact vak.

De 4-HAVOgroep bestond uit 16 leerlingen (4 meisjes, 12 jongens) waarvan twaalf het vak Natuurkunde in het pakket hebben. Leerlingen zonder Natuurkunde volgen wel allemaal het vak Scheikunde.

De 5-VWOgroep bestond uit 6 leerlingen (1 meisje, 5 jongens) die allemaal Natuurkunde volgen. Alle natuurkundeleerlingen hebben al eens aan videometing gedaan. Ze zijn bekend met het analyseren van een film door beeldje voor beeldje aan te klikken en vervolgens grafieken en/of tabellen te maken.

4.2 DE CONTEXT VAN HET ONDERZOEK

4.2.1 VOORBEREIDING

In de weken voorafgaand aan mijn onderzoek heb ik twee leerlingen uit de V5-groep een aantal technische zaken laten uitzoeken met betrekking tot videometing op school. Ze kregen de opdracht een filmpje te maken met hun eigen mobiel en het resultaat vervolgens te analyseren in Coach. Het filmen met een mobieltje en het inlezen van de film in Coach bleek prima te kunnen. Daar een film gemaakt met een mobiele telefoon soms op zijn kant komt te staan, moet deze eerst gerotereerd worden met behulp van het programma Virtual Dub [15]. Probleem is dan echter dat het bestand veel meer geheugenruimte in beslag neemt waardoor het weer niet ingelezen kan worden in Coach. De leerlingen hebben dit opgelost door in Coach de assen om te draaien zodat er toch gewerkt kon worden met een film op zijn kant.

Het programma Coach bleek lastig te zijn bij geavanceerdere technieken zoals het traceren (automatisch volgen van een gemarkeerd punt in de film) en de vele mogelijkheden van functiefitting.

4.2.2 TIJD VAN HET JAAR EN OMVANG VAN HET ONDERZOEK

Beide groepen heb ik alleen de tweede helft van het schoolseizoen lesgegeven. In beide klassen had ik ook twee modules voor het vak NLT te behandelen. Na afloop van de eerste en voor de start van de tweede module heb ik mijn onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek heeft zeven lessen van 60 minuten in beslag genomen. Na vier lessen werd het onderzoek twee weken onderbroken door een excursieweek en de daarop volgende meivakantie.

4.2.3 INSTRUCTIE

De leerlingen kregen de opdracht iets te onderzoeken dat met beweging te maken heeft zodat je het kunt filmen. Bij het filmen moeten ze hun mobiele telefoon gebruiken. Als ze zelf niets kunnen

bedenken mogen ze gebruik maken van een lijst met mogelijke onderwerpen. (Zie H9, bijlage 1). Bij het onderwerp moesten ze een onderzoeksvraag zó formuleren dat door videometing het antwoord daarop verkregen kan worden.

4.2.4 HERZIEN OPEN ONDERZOEK

Ik kies voor de vorm van het herzien open onderzoek omdat gebleken is uit de literatuur dat dat het meest succesvol is. De leerlingen gaan in twee- of drietallen aan de slag. Om ze een goede start te laten maken help ik ze in het begin op weg. Pas als ze een goed onderzoeksvraag hebben geformuleerd mogen ze gaan filmen. Voor dat ze gaan filmen leg ik ze uit waar een videomeetopstelling aan moet voldoen:

- De camera moet loodrecht op het bewegingsvlak staan.
- Voor het schalen moet er een onderwerp in beeld zijn waarvan de grootte bekend is.

Na dit begin laat ik de leerlingen vrij. Als ze vastlopen of als ik zie dat dingen beter kunnen geef ik hints. Waar nodig laat ik leerlingen een stukje kookboekpracticum doorlopen, bijvoorbeeld bij hoe het programma coach werkt (in coach staan voorbeeldvideo's met instructies) of bij het werken met Virtual Dub [15] (programma om filmopnames te bewerken voordat ze ingelezen worden in coach).

4.2.5 EINDPRODUCT

Als eindproduct verlang ik van de leerling-groepjes een verslagje met daarin:

- de onderzoeksvraag;
- een beschrijving van de manier waarop ze een antwoord op de onderzoeksvraag hebben gevonden;
- een uitleg of tevreden zijn met het verkregen antwoord .

4.3 DE ONDERZOEKSPROCEDURE

Het onderzoek wordt kwalitatief gedaan omdat de onderzoeksgroepen klein zijn. Middels vragenlijsten en observaties wil ik informatie verwerven. Ook vraag ik een collega om reflectie.

4.3.1 BESCHRIJVING MEETINSTRUMENTEN

1. *Enquete practikum.*

In een vragenlijst, die eventueel in een kort gesprek wordt toegelicht, wordt vastgesteld wat de ervaringen met practicum tot nu toe zijn. (zie H9, bijlage 2). Daarbij zoom ik niet in op een bepaald soort practicum maar kijk ik naar het practicum in het algemeen.

2. *Nulmeting onderzoeksstappen*

In een toetsopstelling lossen de leerlingen individueel een onderzoeksprobleem op papier op. De opdracht is: "Chocoladefabrikant BROS maakt reclame voor zijn luchtige repen. Een concurrent beweert dat BROS meer lucht dan chocolade verkoopt. Je wilt uitzoeken hoeveel lucht er in een reep BROS-chocolade zit. Hoe zou jij dat aanpakken?" (zie H9, bijlage 3).

3. *Eigen Observaties*

Iedere les beschrijf ik wat ik zie gebeuren bij de verschillende groepen.

4. *Reflectie collega*

Een collega komt een les kijken en geeft zijn indrukken aan mij door.

5. *Eindmeting onderzoeksstappen*

Leerlingen krijgen dezelfde opdracht (Hoeveel lucht zit er in een reep BROS-chocolade) als bij de nulmeting.

6. *Verslagen leerlingen*

Elk groepje leerlingen levert een onderzoeksverslagje in.

7. *Evaluerende vragenlijst*

Leerlingen vullen een vragenlijst in over wat ze van de opdracht vonden (zie H9, bijlage 4).

8. *Evaluatiegesprek*

Naar aanleiding van de evaluerende vragenlijst en mijn observaties praat ik met elk groepje over hun ervaringen van het onderzoek.

4.3.2 ANALYSERING DATA EN BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN

In tabel 1 staat een overzicht van hoe de meetinstrumenten gekoppeld zijn aan de te onderzoeken hypothesen. In hoofdstuk 5 presenteer en analyseer ik de resultaten die verkregen worden door het

TABEL 2: KOPPELING MEETINSTRUMENTEN EN HYPOTHESES

		onderzoeksinstrumenten							
		1	2	3	4	5	6	7	8
hypoteses		enquête practicum	nulmeting onderzoeks stappen	eigen observaties	reflectie collega	eindmeting onderzoeks stappen	verslagen leerlingen	evaluerende vragenlijst	evaluatie gesprek
1	intrinsieke motivatie	X		X				X	X
2	autonomie			X				X	X
3	effectiviteit niveau 1			X	X		X		X
4	effectiviteit niveau 2	X			X		X		X
5	onderzoeksstappen		X			X			

inzetten van de onderzoeksinstrumenten. De analyse houdt in dat ik conclusies trek uit de data en die koppel aan de door mij gestelde hypothesen. In hoofdstuk 6 ga ik eerst bekijken in hoeverre de hypothesen door die resultaten worden bevestigd of weerlegd. Met behulp van de bevestigde en/of weerlegde hypothesen beantwoord ik vervolgens de deelvragen van mijn onderzoek:

1. *Hoe motiverend werkt een herzien open onderzoek? (hypotheses 1 en 2)*
2. *Hoe effectief is het leren door middel van videometing? (hypotheses 3, 4 en 5)*

Bij de beantwoording van de deelvragen let ik op de volgende aspecten:

- Zijn de resultaten in overeenstemming met de onderzochte literatuur?
- Wat heeft het onderzoek toegevoegd aan de kennis die er al is over het onderwerp?

Ten slotte beantwoord ik met behulp van de antwoorden op de deelvragen de onderzoeksvraag:

In hoeverre draagt videometing in een herzien open onderzoek bij aan het leren van onderzoeksvaardigheden?

In hoofdstuk 7 volgt dan nog een discussie over de verkregen resultaten en wil ik aanbevelingen doen voor een betere lespraktijk.

HOOFDSTUK 5 : RESULTATEN EN ANALYSE

In dit hoofdstuk presenteer en analyseer ik stapsgewijs de resultaten die verkregen zijn door het inzetten van de meetinstrumenten. De analyse houdt in dat ik conclusies trek uit de data en die koppel aan de door mij gestelde hypothesen.

5.1 ENQUÊTE PRACTICUM

22 leerlingen ondervraagd, 6 uit vwo-5 en 16 uit havo-4

Wat vind je van practicum binnen de exacte vakken?

- Leuk (10)
- Leuk, je ziet dat de theorie klopt (4)
- Leuk dat je zelf iets mag doen (1)
- Leuk, je mag eerder weg als je klaar bent (1)
- Leuk, als je weet wat je doen moet (1)
- Interessant (1)
- Handig (1)

Wat leer je ervan?

- Verduidelijking van de theorie, je krijgt er een beeld bij (8)
- Toepassen van de theorie (6)
- Dingen oplossen in de praktijk (2)
- Logisch nadenken (1)
- Waarnemen (1)
- Hoe je een proef moet uitvoeren (1)
- De praktijk is anders dan de theorie (1)
- Weinig (1)

Zou je het practicum ook weg kunnen laten?

- Nee, het is een leuke afwisseling van de les (6)
- Nee, je onthoudt dingen beter als je het zelf gedaan hebt (5)
- Nee, je leert meer van praktische dingen (3)
- Nee, oefening van de theorie (2)
- Nee, van leuke dingen leer je sneller (2)
- Nee, later in je baan is ook niet alles alleen theorie (2)

Welke dingen vind je lastig bij een practicum?

- Sommige dingen moeten heel precies (5)
- Niets (5)
- Als je het helemaal alleen moet doen (2)
- Het verslag (2)
- Het begin (1)
- Schoonmaken (1)
- Berekeningen (1)

Uit de antwoorden op vraag 1 blijkt dat de leerlingen in principe intrinsiek gemotiveerd zijn voor het doen van een practicum. Bij vraag 3 blijkt dat die motivatie zo sterk is dat niemand het practicum zou willen missen. Uit vraag 3 blijkt ook dat die motivatie veroorzaakt wordt door de afwisseling die practicum geeft en door de ervaring dat practicum het leren ondersteunt. De antwoorden op vraag 2 laten ook zien dat leerlingen de effectiviteit van niveau 2 (*verband leggen tussen wat er wordt*

waargenomen en het natuurkundige concept dat er achter zit) denken te bereiken door het doen van practicum.

5.2 NULMETING ONDERZOEKSVAAARDIGHEDEN

Bij de introductie van de lessenserie videometingen heb ik een nulmeting onderzoeksvaardigheden gedaan. Bij het introduceren van de vragenlijst heb ik de leerlingen allemaal een brosreepje gegeven en daarbij de vraag gesteld: *“Je wilt uitzoeken hoeveel lucht er in een reep Broschocolade zit. Hoe zou jij dat aanpakken?”* (Zie H9, bijlage 3). Leerlingen hebben deze opdracht individueel gemaakt. Alle leerlingen, zowel Havo als Vwo, zoomen in op het technische oplossing. Geen een van de leerlingen zet een stappenplan op. (Zie H9, bijlage 5).

5.3 EIGEN OBSERVATIES

5.3.1 GROEPSSAMENSTELLING EN ONDERWERPSKEUZE

De leerlingen hadden vrij vlot groepen samengesteld en onderwerpen bedacht of gekozen (zie H 9, bijlage 6). In twee gevallen heb ik moeten begeleiden om de onderzoeksvraag goed te krijgen. De leerlingen toonden initiatief en wilden snel aan de slag.

5.3.2 HET MAKEN VAN DE VIDEO

In hoofdstuk 9 (bijlage 7) staat een observatie van het maken van de video's door de verschillende groepen. Voor zo ver ze spullen zelf mee moesten nemen hadden ze die ook meteen de eerstvolgende les bij zich. Op twee groepen na gingen de leerlingen vlot aan de slag. Op één groep na moest ik alle groep wijzen op de voorwaarden voor de meetopstelling: loodrecht op het bewegingsvlak filmen en een voorwerp voor het schalen in beeld hebben.

Van de twee groepen die niet vlot aan de slag gingen werd het bij de ene groep, een drietal, vooral veroorzaakt door één leerling die van meet af vertelde de opdracht niet leuk te vinden. De andere groep bestond uit één leerling die autistisch is en bij mij in de natuurkundeles ook altijd moeite met practicum heeft.

Overall het algemeen toonden de leerlingen ook hier initiatief en hoefde ik hen niet te motiveren.

5.3.3 HET ANALYSEREN VAN DE VIDEO

In hoofdstuk 9 (bijlage 8) staat een observatie van het analyseren van de video door de verschillende groepen. Op de HAVO had slechts één van de zeven groepen geen technische problemen. Drie van de zeven groepen bleven met hulp doorwerken. De onderbreking van twee weken van de lessenserie (door een excursieweek en de aansluitende meivakantie) zorgde ervoor dat het onderzoek op daarna weer moeilijk op gang kwam. Leerlingen hingen wat rond achter hun computers zonder dat ze echt iets deden. Een ingreep van mijn kant om filmpjes geschikt te maken voor Coach bracht de groepen maakte dat ze weer verder konden. Voor drie groepen heb ik een filmpje van YouTube gehaald. Uiteindelijk heb ik in de laatste les geëist dat het verslag aan het eind van die les ingeleverd moest worden.

Geen enkele HAVO-leerling was bij het analyseren van de video autonoom. Bij ruim de helft was externe motivatie nodig. Zonder begeleiding lukte het niemand om effectiviteit niveau 1 te halen (*leerlingen doen wat ze moeten doen*).

In de VWO-groep deden zich ook technische problemen voor. Deze leerlingen beten zich vast in het oplossen van de problemen en vroegen daarbij geen hulp. Hulp die ik aanbod werd afgewezen.

Op het VWO bleven de leerlingen autonoom. Ik hoefde hen niet te motiveren om bezig te blijven. Effectiviteit niveau 1 werd gezien de omstandigheden wel gehaald (*leerlingen doen wat ze moeten doen namelijk de problemen oplossen*) maar het analyseren is uiteindelijk niet gelukt dus in die zin is niveau 1 niet gehaald.

5.4 REFLECTIE COLLEGA

Natuurkunde collega Jos Paus heeft een les van de HAVO-groep bijgewoond. De leerlingen waren toen bezig met het analyseren van de filmpjes. Hij heeft bij drie groepjes gezeten. Hem viel op dat de leerlingen het analyseren van de video toch erg abstract vonden. De transfer van het beeld naar de betekenis ervan bleek lastig. Ook vond hij dat bij de HAVO-groep een extra begeleider had moeten rondlopen.

Zonder hulp deden de leerlingen die hij gesproken heeft niet doen wat ze moesten doen (effectiviteit niveau 1) en ze konden ook niet de koppeling leggen tussen hetgeen ze zagen en de betekenis die er achter ligt (effectiviteit niveau 2).

5.5 EINDMETING ONDERZOEKSVAAARDIGHEDEN

In bijlage 5 van hoofdstuk 9 staat naast de nulmeting ook de eindmeting van de onderzoeksvaardigheden weergegeven. De vraag bij de nulmeting en eindmeting was: *“Je wilt uitzoeken hoeveel lucht er in een reep Broschocolade zit. Hoe zou jij dat aanpakken?”* (zie ook hoofdstuk 9, bijlage 3). De eindmeting heb ik twee keer uitgevoerd. Gezien de resultaten van de nulmeting, vermoedde ik dat de leerlingen zich alleen bezig zouden houden met een technische oplossing van het probleem. Daarom heb ik bij de eindmeting opgemerkt dat ze de aanpak van de videometing in gedachten moesten houden bij het invullen. Dit leverde eindmeting 1 op. Na het invullen heb ik gezegd dat ze, voor zo ver ze dat niet gedaan hadden, de vraag nog eens moesten beantwoorden maar nu de oplossing in stappen moesten indelen. Dat leverde eindmeting 2 op. Eindmeting 1 beïnvloedt niet mijn laatste hypothese (*Door videometing toe te passen in een open onderzoek leer je stappen die horen bij een experimenteel wetenschappelijk onderzoek.*) daar ik de leerlingen alleen maar bewust maak van het feit dat videometing te maken heeft met het oplossen van het voorgelegde probleem. De manier waarop videometing ermee te maken kan hebben vertel ik niet. Eindmeting 2 beïnvloedt de hypothese wel omdat ik expliciet maak dat het om onderzoeksstappen gaat. Voor de leerlingen is het dan alleen nog de vraag om welke stappen het gaat.

In de HAVO-groep heeft één leerling (grijs gemarkeerd) in tweede instantie een oplossing gegeven waarin drie onderzoeksstappen zitten. De rest concentreert zich alleen op een technische oplossing.

In de VWO-groep komt één leerling (grijs gemarkeerd) bij de eerste eindmeting tot een behoorlijk compleet onderzoeksplan van zes stappen. Een tweede leerling (grijs gemarkeerd) komt in eindmeting 2 tot een 4 stappenplan. Daarbij noemt hij als laatste het analyseren van de video wat niets met het probleem te maken heeft. Opvallend is dat het hier de twee leerlingen betreft die voor

mij het voorbereidend onderzoek hebben gedaan. De overige leerlingen concentreren zich ook hier op de technische oplossing in plaats van op het geheel van het onderzoek.

5.6 VERSLAGEN LEERLINGEN

In hoofdstuk 9 (bijlage 9) staat een beschrijving van de resultaten van de videometingen. Op de HAVO heb ik alle groepen moeten helpen bij het analyseren van de video's. Van de zeven groepen begrepen zes groepen uiteindelijk wel wat ze gemeten hadden. Eén groep liet duidelijk zien niet te begrepen te hebben wat ze nu eigenlijk gedaan hadden.

Effectiviteit niveau 1 (*leerlingen doen wat ze moeten doen*) is zonder hulp door niemand gehaald. Hetzelfde geldt voor effectiviteit niveau 2 (*leerlingen leggen verband tussen hetgeen ze waargenomen hebben en de het natuurkundig concept dat er achter zit*).

Op het VWO zijn de groepen te lang in de technische problemen blijven steken waardoor de producten slecht waren. Uiteindelijk hebben ze niet kunnen doen wat ze moesten doen (video analyseren) waar door effectiviteit niveau 1 niet gehaald is. Uit de producten is dus ook niet te halen of ze begrepen wat ze gedaan hadden (effectiviteit niveau 2).

5.7 EVALUERENDE VRAGENLIJST

In bijlage 10 van hoofdstuk 9 staat de uitwerking van de vragenlijst die ik de leerlingen allemaal individueel heb laten invullen.

Bij de HAVO-groep vonden de meeste leerlingen het aanvankelijk leuk. De haperende techniek blijkt er de oorzaak van te zijn dat de motivatie afnam. Tips voor verbeteringen hebben ook bijna allemaal betrekking hierop. Ook blijkt dat de leerlingen niet altijd een duidelijk beeld hadden van wat ze moesten doen. Dat ze aangeven geleerd te hebben werken met Coach geeft aan de ze het werken hiermee nog niet goed genoeg beheersten.

De intrinsieke motivatie en de autonomie namen beiden vanaf het moment dat de video geanalyseerd moest worden af.

In de VWO-groep is de teruggang in motivatie wat minder sterk. Naast technische problemen wordt ook hier aangegeven dat het open karakter van de opdracht lastig was. Bij de tips voor verbetering wordt voor meer structuur gepleit: stappenplan en betere camera's.

De intrinsieke motivatie is in de VWO-groep gebleven. De antwoorden op de laatste vraag laten zien dat de leerlingen moeite hadden met de autonomie die gevraagd wordt bij een open onderzoek.

5.8 EVALUTIE GESPREK

Bij de HAVO-groep gaven vier van de zeven groepen aan dat als de opdracht voor een cijfer was geweest, ze de technische problemen wel overwonnen hadden. Dan hadden ze bijvoorbeeld allang al thuis dingen gedownload om filmpjes beter te comprimeren. De leerlingen hadden dus externe motivatie nodig.

Hoewel op één na alle groepen duidelijk konden maken in hun verslagen wat ze gemeten hadden, gaven ze aan dit door mijn hulp te hebben kunnen doen. Bij een nieuw probleem zouden ze er weer moeite mee hebben hoe ze de video moeten analyseren. De leerlingen waren dus vanaf het analyseren van de video niet meer autonoom. De beide niveaus van effectiviteit zijn dus vanaf het analyseren niet meer gehaald.

De VWO-leerlingen begrepen wel hoe het analyseren van de video in elkaar zit. Door technische problemen zijn ze echter niet toegekomen aan het uitvoeren van de analyse. Een beoordeling, extrinsieke motivatie, zou er wel voor gezorgd hebben dat ze eerder hulp hadden gevraagd. Effectiviteit niveau 2 (*begrijpen ze wat ze doen*) is dus wel gehaald maar niveau 1 (*doen ze wat ze moeten doen*) dus niet. Ondanks tegenslagen bleven ze wel autonoom en intrinsiek gemotiveerd.

HOOFDSTUK 6 : TOETSING HYPOTHESES, BEANTWOORDING DEELSVRAGEN EN ONDERZOEKSVRAAG

6.1 TOETSING HYPOTHESES

6.1.1 LEERLINGEN ZIJN INTRINSIEK GEMOTIVEERD VOOR HET DOEN VAN EEN HERZIEN OPEN ONDERZOEK.

In het begin waren de leerlingen intrinsiek gemotiveerd. Door de technische problemen en door gebrek aan vaardigheden was bij de HAVO-groep externe motivatie nodig. Uit het nagesprek bleek dat als leerlingen vooraf extern gemotiveerd waren door een beoordeling toe te kennen aan de opdracht, zij de technische problemen zelf hadden kunnen overwinnen.

De VWO-leerlingen waren gedurende het hele onderzoek intrinsiek gemotiveerd.

Op de HAVO is deze hypothese, met uitzondering van het begin van het onderzoek, niet gehaald.

Op het VWO is deze hypothese wel gehaald.

6.1.2 LEERLINGEN ZIJN AUTONOOM IN EEN HERZIEN OPEN ONDERZOEK.

De HAVO-leerlingen waren in het begin, na de begeleide start, autonoom. Door technische problemen en gebrek aan vaardigheden met videoanalyse was zeer veel hulp nodig. Leerlingen gaven aan niet te weten wat er van hen verwacht werd.

De VWO-leerlingen zijn gedurende het hele onderzoek zelfstandig bezig geweest. Toch gaven zij achteraf aan behoefte te hebben aan meer structuur.

Op de HAVO is deze hypothese, met uitzondering van het begin van het onderzoek, niet gehaald.

Op het VWO is deze hypothese wel gehaald.

6.1.3 VIDEOMETING IS EFFECTIEF OP NIVEAU 1: LEERLINGEN DOEN WAT ZE MOETEN DOEN.

Op de HAVO deden de leerlingen met veel begeleiding uiteindelijk wel wat ze moesten doen. Zelfstandig hebben ze niveau 1 niet gehaald.

Op het VWO liepen de leerlingen vast. Ook daar is niveau 1 niet gehaald.

6.1.4 VIDEOMETING IS EFFECTIEF OP NIVEAU 2: LEERLINGEN LEGGEN VERBAND TUSSEN WAT ZE WAARGENOMEN HEBBEN EN HET NATUURKUNDIGE CONCEPT DAT ER ACHTER ZIT.

De HAVO-leerlingen snapten met hulp wel wat ze gedaan hebben. Zelfstandig hebben ze niveau 2 niet gehaald. Voor hen moet deze hypothese worden weerlegd.

De VWO-leerlingen hadden niveau 2 al van te voren wat de onderwerpen van hun onderzoek betreft. Het behalen van niveau 2 is dus niet het gevolg geweest van dit onderzoek. Daarmee kan ik dus geen uitspraak doen over deze hypothese voor hen.

6.1.5 DOOR VIDEOMETING TOE TE PASSEN IN EEN OPEN ONDERZOEK LEER JE STAPPEN DIE HOREN BIJ EEN EXPERIMENTEEL WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK.

Op één uitzondering na heeft geen enkele leerlingen onderzoeksstappen geleerd door het videometen. Deze hypothese moet dus worden weerlegd.

6.2 BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN

6.2.1 HOE MOTIVEREND WERKT EEN HERZIEN OPEN ONDERZOEK?

Het herzien open onderzoek werkt aanvankelijk motiverend. Door technische problemen en door het gebrek aan vaardigheden voor videometing nam op de HAVO de motivatie sterk af. De drie soorten practica (apparatuur, onderzoek en begrip, zie § 2.1) liepen dus toch door elkaar. Dit probleem is in overeenstemming met wat v.d. Berg [1] al constateerde. Door de vele begeleiding die op het HAVO nodig was kun je niet meer spreken van een herzien open onderzoek. Het open onderzoek werd een begeleid practicum. Dat het gebrek aan vaardigheden de oorzaak is van het mislukken van het herzien open onderzoek is in overeenstemming met wat Krischner e.a. [8] vaststelden. De benodigde kennis moet opgeslagen zijn in het lange termijn geheugen (§ 2.2) wil je het kunnen aanwenden in een open onderzoek.

De opdracht was voor de HAVO-leerlingen in het begin uitdagend en spannend genoeg. Zij wilden ook de opdracht afgerond hebben en leverden allemaal een verslag in. Dit klopt met de bevindingen van Michels [14] dat HAVO-leerlingen gericht zijn op een product (§ 2.4). Zij hebben externe motivatie nodig om in een open onderzoek te kunnen werken.

De VWO-leerlingen waren wel gemotiveerd gedurende het gehele onderzoek. Zij bezaten de benodigde vaardigheden voor het videometen. Zij waren autonoom en gingen langer door met het zelf zoeken naar oplossingen. Dit is in overeenstemming met wat Michels [10] constateerde (§ 2.4).

6.2.2 HOE EFFECTIEF IS HET LEREN DOOR MIDDEL VAN VIDEOMETING?

De HAVO-leerlingen hebben beide niveaus van effectiviteit niet zelfstandig gehaald. Dit kwam doordat de drie soorten practica door elkaar liepen.

Geen enkele HAVO-leerling heeft door het videometen onderzoeksstappen geleerd.

Op het VWO hadden de leerlingen niveau 2 al voor het onderzoek bereikt. Ik heb dus niet kunnen vaststellen dat dit door mijn onderzoek gebeurd is. Niveau 1 werd niet gehaald doordat de apparatuur niet goed werkte of niet genoeg beheerst werd.

Eén leerling op het VWO liet zien onderzoeksstappen te herkennen in het videometen en toe te passen op een nieuw probleem.

Het leren door middel van videometing is in mijn onderzoek dus niet effectief gebleken.

6.3 IN HOEVERRE DRAAGT VIDEOMETING IN EEN HERZIEN OPEN ONDERZOEK BIJ AAN HET LEREN VAN ONDERZOEKVAARDIGHEDEN?

Door videometing leer je geen stappen in een onderzoek onderscheiden. Het instrument motiveert aanvankelijk wel. Het zelf mogen kiezen van een onderwerp en het zelf mogen filmen werkt motiverend. Bij het videometen is de kans op technische problemen groot gebleken. Voor HAVO-leerlingen blijkt het analyseren van de gemaakte video te abstract. VWO-leerlingen blijven te lang hangen in het zelf willen oplossen van technische problemen.

HOOFDSTUK 7 : DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

7.1 DISCUSSIE

7.1.1 MEETINSTRUMENTEN

Door onervarenheid in het doen van onderzoek en het schrijven van een onderzoeksverslag zijn de meetinstrumenten die ik heb gebruikt niet scherp genoeg. Zo had ik in de enquêtes, de observaties en de interviews meer onderscheid moeten maken in de beide aspecten van de onderzochte motivatie (intrinsiek en autonomie) en in de beide niveaus van effectiviteit van een practicum. Mijn literatuurstudie naar motivatie heeft zich pas na het verzamelen van de data, op advies van een van de begeleiders, verdiept. Het gevolg is dat de data die ik geanalyseerd heb erg mager waren.

De nul- en eindmeting waarmee ik de onderzoeksstappen heb willen onderzoeken vind ik achteraf onhandig. De probleemstelling van *“Hoeveel lucht zit er in een reep Broschocolade?”* focust te veel op een technische oplossing. Leerlingen komen zo helemaal niet op het idee om in onderzoeksstappen te gaan denken.

7.1.2 VAARDIGHEDEN EN TECHNISCHE PROBLEMEN

Op de HAVO bleken de leerlingen niet voldoende vaardigheid te bezitten voor het analyseren van video's. Ik heb onderschat hoe lastig leerlingen dit instrument vinden.

De technische problemen die leerlingen ondervonden heb ik, ondanks het laten uitvoeren van een voorbereidend onderzoek, ook onderschat. De problemen die ook al gesignaleerd waren in het verslag van Heck en Uylings [13] bleken hardnekkiger dan ik dacht (zie § 2.5).

7.1.3 BEGELEIDING

De HAVO-groep van 16 leerlingen bleek te groot om alleen te begeleiden. Daardoor zijn de observaties ook niet goed genoeg uitgevoerd. Met een begeleider erbij had ik meer afstand kunnen nemen van de groep en systematischer kunnen observeren.

Bij de VWO-groep had ik eerder moeten ingrijpen. Nu hebben ze te veel tijd aan het oplossen van de problemen besteed waardoor er te weinig resultaat uit de opdracht gekomen is.

7.1.4 ONDERBREKING VAN HET ONDERZOEK

De onderbreking van twee weken in de lessenserie was erg ongelukkig. Vooral de HAVO-leerlingen hadden moeite om de draad weer op te pakken. Dit kwam mede doordat ze voor de onderbreking vastgelopen waren.

7.2 AANBEVELINGEN

7.2.1 EERST EFFECTIVITEIT NIVEAU 2, DAN EEN OPEN ONDERZOEK

Gezien mijn ervaringen sluit ik mij aan bij wat Kirschner e.a. [8] stellen. Je moet eerst een expert zijn op het onderzoeksgebied wil een open onderzoek kans van slagen hebben. Dat betekent dat

leerlingen dus eerst effectiviteit niveau 2 moet bezitten (*leerlingen leggen verband tussen wat ze waargenomen hebben en het natuurkundige concept dat er achter zit*).

7.2.2 STAPPENPLAN ONDERZOEK

In aansluiting op wat Colburn [7] stelt zouden leerlingen eerst moeten leren een goede onderzoeksvraag te formuleren, zie § 2.2. Een volgende keer kan dan de focus liggen op het analyseren van data. Door het stappenplan steeds maar weer te doorlopen kan het ingeslepen worden. Deze opzet zou binnen alle exacte ingevoerd moeten worden zodat leerlingen er nog meer ervaring mee opdoen en bij deze vakken weten waar ze aan toe zijn op het gebied van onderzoek doen.

Toegespitst op videometing kunnen leerlingen eerst gaan oefenen om bij een kant en klaar filmpje een goede plaatsgrafiek te maken. Een volgende keer kan dan de nadruk liggen op het analyseren van grafieken. Als laatste kunnen de leerlingen gaan oefenen met het zelf maken van een videomeetopstelling en het filmen ervan. Deze opbouw kan over meerdere leerjaren uitgesmeerd worden.

7.2.3 VOORKOMEN VAN TECHNISCHE PROBLEMEN BIJ VIDEOMETING

Het filmen met een eigen mobieltje leverde problemen op: geen snoertje om de film op de computer te zetten, verkeerd bestandsformaat en een het op zijn kant komen te staan van de film. Dit kan voorkomen worden door als school een aantal webcams aan te schaffen. Elke leerling krijgt zo hetzelfde bestandsformaat en iedereen kan met hetzelfde snoertje de film op de computer zetten. Als er een laptop beschikbaar is, kan met de webcam ook buiten het lokaal worden gemeten. Bij de aanschaf van de webcams moet dan gekeken worden of het filmformaat direct kan worden ingelezen in Coach.

HOOFDSTUK 8 : LITERATUURLIJST

- [1] Praktikum: leren ze er wat?
E. v.d. Berg en J. Bunning, NVOX 19(6) 245-249, 1994
- [2] On the role of the experiment in science teaching and learning – visions and the reality of instructional practice
R. Duit & M. Tesch, Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science. 25-31 July 2010, Rethymno-Crete, pp. 17 – 30 <http://www.clab.edc.uoc.gr/HSci2010U>
- [3] Getting Practical
<http://www.gettingpractical.org.uk/>
- [4] Praktisch werk effectiever maken – Het project Getting Practical
H. Kramers en P. Bom, NVOX maart 2010, 115-117
- [5] Practical work: making it more effective
R. Millar en I. Abrahams(2009), *School Science Review*, 91(334), 59-64.
- [6] Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment (2003)
C. Anders, R. Berg, V. Christina, B. Bergendahl, B. Lundberg, L. Tibell,
International Journal of Science Education, 25: 3, 351 – 372
- [7] An inquiry primer
Alan Colburn, *Science Scope* – Maart 2000
- [8] Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching,
P. Kirschner, J. Sweller, R. Clark, (2006) *Educational Psychologist*, 41: 2, 75 – 86
- [9] **Onderwijskunde** als ontwerpwetenschap : een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten (Thema 12), **Martin Valcke**, Gent : Academia Press , 2010
- [10] Verschil moet er wezen, een werkdocument over verschillen tussen havo en vwo-leerlingen in de tweede fase en handreikingen om daarmee om te gaan
Berenice Michels (2006), <http://www.slo.nl/publicaties/>
- [11] *Videomeasurements as a means of physical phenomena visualization*
Ješková en Kireš, 12th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, 13-15 September 2007, Wroclaw, Poland, <http://www.mptl12.ifd.uni.wroc.pl/papers/37.pdf>
- [12] Digital Video, Learning Styles, and Student Understanding of Kinematics Graphs
T. Larkin en A. Zollman, *Journal of SMET Education*, 1/2 May-Augus 2000
- [13] Capturing the Real World in the Classroom
by André Heck and Peter Uylings (2006), Universiteit van Amsterdam, AMSTEL Institute
<http://staff.science.uva.nl/~heck/publications.html>
- [14] Op weg naar een zelfstandig Experimenteel Onderzoek - Voortgezet Onderwijs
A. Bax, I. Bijl, T. Brouwers, F. Carelsen, F. Coenders, W. Davids, F. Gravenberch, H. Morélis, M. Pieters en P. Timmermans
1998 Instituut voor leerplanontwikkeling (SLO), Enschede
- [15] Snel aan de slag met VirtualDub
André Heck (heck@science.uva.nl); © AMSTEL Instituut, Universiteit van Amsterdam
<http://staff.science.uva.nl/~heck/Courses/VirtualDub.pdf>

HOOFDSTUK 9: BIJLAGEN

BIJLAGE 1 : IDEEËN VOOR VIDEOMETEN

1. Luchtwrijving
2. Stuitbal
3. Toerental
4. Botsingen
5. Dominostenen
 - Welk verband is er tussen de afstand van de steen en de snelheid van het omvallen hiervan?
 - Heeft de grootte van een steen invloed op de snelheid waarmee zij omvallen?
 - Wat is het verband tussen het gewicht van een dominosteen en de snelheid hiervan?
6. Overdracht van een bewegend voorwerp (metalen kogel) met kinetische energie, naar een stilstaand voorwerp.
7. Overdracht energie met magneetkogel en losse kogels
8. Is de snelheid van een watergolf die ontstaat door het in het water vallen van een steen afhankelijk van het gewicht van de steen?
9. Is de remweg van een karretje recht evenredig met de snelheid van het karretje?
10. Beweging (krachten, snelheid) in de sport (penalty, speerwerpen, kogelstoten, trampoline,...)
11. Verifiëren bewegingsformules (slingerbeweging, massa-veersysteem, draaibeweging, horizontale worp)
12. Wat is het verband tussen de wrijvingskracht en de grootte van het frontale oppervlak?
13. wegslaan van een honkbal, penalty, beweging ping-pong balletje, kopbal
14. Bepaal hoe de tijd die een bal nodig heeft om van een helling af te rollen afhangt van grootheden als de massa van de bal, de grootte van de bal, de hellingshoek, enz.
15. Onderzoek hoe de hellingshoek van een fietser, wanneer deze door een bocht rijdt, afhangt van de snelheid van de fietser, de massa van de fietser en de kromtestraal van de bocht.
16. In dit experiment wordt onderzocht hoe de golfsnelheid van watergolven afhangt van de waterdiepte. Er kan vervolgens een link worden gelegd met de optica (lichtgolven).
17. In dit onderzoek wordt de relatie bepaald tussen de opgeslagen veerenergie in een opwindautootje en de afstand die het autootje af kan leggen op een horizontaal vlak en/of tegen een helling op. Ook kan de (maximale) snelheid van het autootje bepaald worden.
18. Bedenk een experiment waarmee onderzocht kan worden hoe de stijfkracht van een (hete lucht) ballon afhangt van de temperatuur van de lucht en de omgevingstemperatuur en voer dit experiment uit.
19. Breking in de mechanica
20. Biljarten (terugkaatsing op de band, stoot, botsing)
21. Stilstaan bij het lopen, de loopbeweging

BIJLAGE 2: VRAGENLIJST PRACTICUM

Naam : _____

Welk profiel heb je en welke vakken?

Profiel : _____ Vakken:



Wat vind je van practicum binnen de exacte vakken (NA, BI, SK).

Wat leer je van practicum?

Zou je het praktikum ook net zo goed weg kunnen laten? Leg uit waarom wel of niet.

Welke dingen vind je lastig bij een practicum?

Je gaat binnenkort iets onderzoeken m.b.v. een filmcamera en wel het cameraatje van je eigen mobiel. Bedenk eens iets dat je zou willen onderzoeken. Geef een korte omschrijving.

Hoe smaakt lucht?

Chocoladefabrikant BROS maakt reclame voor zijn luchtige repen. Een concurrent beweert dat BROS meer lucht dan chocolade verkoopt.

Je wilt uitzoeken hoeveel lucht er in een reep Broschocolade zit. Hoe zou jij dat aanpakken?



BIJLAGE 4 : VRAGENLIJST VIDEOMETING

Naam : _____



Wat vond je ervan dat je zelf een opdracht mocht bedenken voor videometing?

Wat vond je van het maken van de video?

Wat vond je van het analyseren van de video?

Wat heb je ervan geleerd?

Heb je tips voor verbeteringen van de opdracht?

Havo-groep deel 1

leerling	nulmeting	Eindmeting 1	Eindmeting 2
1	Eerst met een formule de inhoud van het reepje bepalen. Daarna zou ik het verwarmen zodat het een klein bolletje wordt en dan weer de inhoud bepalen. Dit doe je dan min elkaar en heb je het aan chocolade wat er in zit.	Chocolade laten smelten, inhoud berekenen van de gewone bros en de gesmolten bros. Zo kun je de inhoud van chocolade-lucht berekenen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. vraag bestuderen 2. nadenken over mogelijke berekeningen 3. bedachte berekening uitwerken 4. een conclusie trekken
2	Eerst het chocoladeding wegen. Dan uitzoeken hoe lang zo'n ding, hoe breed en hoe hoog die is. dan kun je de inhoud berekenen en dan op één of andere manier uitzoeken hoeveel lucht er in zit.	De inhoud meten, dan de bros smelten en dan meten wat de inhoud daarvan is en dan weet je hoeveel lucht er in zit.	
3	Ik zou ook een zelfde stuk formaat chocolade kopen zonder lucht erin. Allebei wegen en dan van elkaar aftrekken. Dan weet je hoeveel minder chocolade er in zit. Dan kijk je wat die dichtheid van die chocolade is dan kan je zien hoeveel lucht er in zit.	Kijken hoeveel het ding weegt. Dan doe je precies hetzelfde bij een reep waar geen lucht in zit. Dan meet je het verschil. Dat is aantal lucht.	<ol style="list-style-type: none"> 1. kijken hoe zwaar bros is 2. kijken hoe zwaar normale reep is evengroot als bros. 3. verschil meten
4		Je weegt de reep en je meet de reep. Dan ga je de reep smelten, dan laat je hem opharden en dan weeg en meet je de reep opnieuw. Zo weet je hoeveel lucht erin zit!	<ol style="list-style-type: none"> 1. Je weegt de reep bros en kijkt hoelang de reep is 2. Je smelt de reep 3. Je laat de reep opharden 4. Je weegt de opgeharde reep en meet die ook.

Havo-groep deel 2

leerling	nulmeting	Eindmeting 1	Eindmeting 2
5	Als je twee repen van dezelfde grootte neemt en dan één is een broos en de andere een gewonen (zonder lucht). Van alle twee stel je het gewicht vast en hierbij komt natuurlijk een ander resultaat uit en het verschil in gewicht is dan de lucht (ruimte die over is). Zoek het gewicht van lucht op in de BINAS, reken dit om naar de grootte van de BROS en je weet hoeveel lucht er in zit.	Ik zou de reep opmeten en dan de inhoud berekenen, $l \times b \times h$. De reep smelten en het gewicht voor en na de tijd opmeten. Vergelijken na de tijd. In de BINAS opzoeken wat lucht weegt per zoveel m^2 en dan terugrekenen en je weet het	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zie hiernaast 2. Zie hiernaast 3. Zie hiernaast
6	Eerst de totale inhoud van de reep in cm^3 meten. Dan de hoeveelheid chocola en andere ingrediënten meten in cm^3 en dat van elkaar afhalen dan weet je de lucht in cm^3 .	Je berekend de inhoud van de broos. Dan met je het gewicht. Dat haal je van elkaar af en dan weet je hoeveel lucht er in zit.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gegevens verzamelen 2. Berekeningen maken 3. Conclusie geven
7	De chocolade van een normaal stuk chocola wegen (wel dezelfde inhoud) en hiernaast het gewicht meten van een broos chocola. Dan weet je het verschil en gewicht dit verschil is dan de lucht.	Ik zou hetzelfde doen als de eerste keer.	
8	Ik zou eerst wegen hoeveel de broos weegt. Daarna weeg ik een ander chocolaatje die precies even groot is en daarna bereken ik het verschil daartussen en dat is de hoeveelheid lucht die erin zit.	Je pakt een broos een andere chocoladereep van precies dezelfde grootte. Dan weeg je ze allebei en dan meet je het verschil. Het verschil is het aantal lucht in gewicht dat in een broos zit.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Broos wegen 2. Andere reep wegen (precies zelfde grootte) 3. Het verschil uitrekenen 4. Het verschil is het aantal lucht in gewicht
9	De inhoud van de broos berekenen, omtrek lichte enz. in cm^3 en daarna de broos laten smelten en opnieuw opmeten en dan de begin in cm^3 – gesmolten = verschil is lucht.	Eerst de inhoud van de broos en daarna de broos laten smelten en vervolgens weer de inhoud berekenen.	

Havo-groep deel 3

leerling	nulmeting	Eindmeting 1	Eindmeting 2
10	Je gaat het reepje chocolade eerst opmeten. Dan versmelten en laat het weer hard worden. Weer opmeten en kijken wat het verschil is en dan omrekenen???	Opmeten en afwegen. Dan omsmelten. Dan weer opmeten en afwegen. Dan alles berekenen.	Ik wil weten hoeveel lucht er in een reep zit. 1. Opmeten 2. Wegen 3. Noteren 4. Omsmelten 5. Weer laten stollen in de vorm van een reep, zelfde diepte en breedte 6. Wegen 7. Noteren 8. Vergelijken en berekenen 9. Hopelijk kom je er dan achter
11	Geen idee.	Je meet de brosreep Daarna smelt je de chocolade en laat je het weer hard worden en meet je het opnieuw op. Dan weet je hoeveel mm ² erin zit	1. Opmeten 2. Smelten 3. opmeten
12	Een bros zonder lucht erin maken. Wegen en kijken hoeveel hij weegt. Dan een normale bros wegen, kijken hoeveel deze weegt. Die twee van elkaar aftrekken. Dan kijken hoeveel lucht weegt. Dan kun je zo bepalen hoeveel lucht erin een bros zit.	Eerst weeg je een bros zonder de lucht erin. Daarna weeg je de bros met lucht erin. Die trek je van elkaar af. Dan kijk je in de binas hoeveel lucht weegt. Dan kan je zo kijken hoeveel lucht erin zit.	– De reep zonder chocolade wegen – De reep met lucht wegen – Deze gegevens van elkaar aftrekken – In de binas kijken
13	Je smelt 1 reepje bros en 1 reep "puur" (zonder lucht) chocola en weegt het. Je haalt ze van mekaar af. Als er meer dan de helft chocola in ligt dan is het goed als er minder in zit is het slecht. BROS-REEP=lucht.	Bros smelten → wegen Kijk hoeveel g er op papiertje staat Als dit gelijk is weeg je een hele bros	1. Bros smelten → wegen 2. Kijk hoeveel g er op papiertje staat 3. Als dit gelijk is weeg je een hele bros

Havo-groep deel 4

leerling	nulmeting	Eindmeting 1	Eindmeting 2
14	Vragen aan de fabrikant en onderzoek doen op het internet (wikipedia). Of je kunt zelf zo'n brotje in een vacuum ruimte leggen, hem kapot breken en dan kijken wat de concentratie lucht is. Je kunt de reep ook wegen, dan smelten en opnieuw wegen haal dat van elkaar af en je meet hoeveel lucht er in zit.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wegen (bijv 50 gram) 2. Smelten 3. Geen luchtbelletjes overhouden 4. Brokje wegen (bijv 40 gram) 5. Begin-eind = verschil 	
15	Kijken wat de inhoud is met lucht, en dan haal je de lucht er uit en kijk je dan wat de inhoud is dat min elkaar is het antwoord????	Bereken de inhoud met lucht van de brotjes en de inhoud zonder lucht erin dan min elkaar en dan weet je het antwoord.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kijk naar de inhoud van de brotjes en schrijf die op 2. Plet de brotjes en bereken dan de inhoud 3. Trek die twee getallen van elkaar af en je weet het antwoord!
16	Afwezig.	Eerst de chocolade wegen. Dan de reep meten. De chocolade smelten en dan weer meten en wegen. Kijken wat het verschil is.	

Vwo-groep deel 1

leerling	nulmeting	Eindmeting 1	Eindmeting 2
1	Eerst volume chocoladereep meten. Dan smelten en in een mal doen. Dan volume daarvan meten. Volume chocoladereep begin-smeltvorm = volume lucht.	Volume opmeten. Bros verwarmen. Bros smelt. Lucht eruit. Volume meten. Volume eerste keer – volume 2 ^e keer is volume lucht. Verhouding choco : lucht meten met gegevens.	5. Volume opmeten 6. Bros laten smelten tot alle lucht eruit is 7. Het overblijfsel laten stollen 8. Daarvan volume meten 9. Dan veel rekenwerk 10. Dan antwoord
2	Volume afmetingen brosheep meten. Vervolgens vacuüm laten trekken in een speciale pot zodat alle lucht er uit is. Opnieuw afmetingen meten. Verschil in afmetingen? Procent lucht van de reep.	1. Wat wil ik weten? 2. Aanpak proefopstelling in hoofd bedenken → op papier 3. Proefopstelling realiseren en testen, eventueel veranderen 4. Proef doen, werkt de proefopstelling? 5. Resultaten analyseren. Logisch? Realistisch? 6. Conclusie trekken → meer lucht dan chocolade?	
3	De reep in een glas water onderdompelen. Je meet de hoogte van het water zonder reep en vervolgens met reep. Die trek je van elkaar af en dan heb je de totale volume van de reep. Vervolgens smelt je de reep zodat alle lucht eruit gaat. Die giet je dan in een mal en je laat het stollen. De gestollen chocola dompel je dan weer onder in water en bepaal je het nieuwe volume.	Een bekerglas met volumeaanduiding met water vullen. De reep onderdompelen en kijken wat de volume van de reep is. vervolgens de reep smelten en al de lucht verwijderen. De chocolade laten stollen en weer onderdompelen. Nu moet je het eerste volume min het tweede volume doen. Dit is de volume van de lucht.	Al in stappen gedaan.

Vwo-groep deel 2

leerling	nulmeting	Eindmeting 1	Eindmeting 2
4	Eerst de reep wegen dan kijken wat er op de verpakking staat. Dan de reep verpulveren en de chocoladepoeder wegen. Dan een stuk chocola met hetzelfde gewicht als op de verpakking staat (zorgen dat het precies overeen komt) ook verpulveren en wegen. Dan vergelijken. Of, volume vergelijken met een chocoladereep zonder lucht.	Wel hetzelfde als de vorige keer, maar dan zou ik het experiment 3x uitvoeren om te zien of dat de zelfde resultaat oplevert.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zak brosjes kopen 2. Kijken hoeveel op de verpakking wordt aangegeven als gewicht 3. Een reepje wegen 4. Reepje verpulveren en wegen 5. Zo veel gram aan chocola als op de verpakking wordt aangegeven afwegen (reepje 2) 6. Reepje 2 verpulveren en afwegen 7. Stap 3 t/m 6 herhalen en alles vergelijken.
5	De inhoud van de totale reep berekenen in maatbeker met water en dan kijken hoeveel het water is gestegen. Dan de chocolade smelten en in een maatbekertje gieten om de inhoud te bekijken. De inhoud van de reep – de inhoud van de gesmolten chocola = inhoud van lucht (.....m ³).	<ul style="list-style-type: none"> • Totale reep in maatbeker met water → afmeten. • Smelten • In bakje doen • Hard laten worden in vriezer • weer in maatbeker stoppen → afmeten • verschil tussen 1^e en 2^e meting is lucht 	
6	Je vult een bekersglas tot de rand met water, dit weeg je, dan leg je de broserin, daarbij moet je ervoor zorgen dat hij net onder water komt. Dus komt er water over de rand. Dan kan je m.b.v. de dichtheid van water de inhoud van de broserin bepalen. Nu smelt je de broserin in een pan. En herhaal je wat je net ook hebt gedaan. Het verschil van de inhoud is de hoeveelheid lucht.	Ik zou met verschillende ideeën komen om dat aan te pakken en er ongeveer 3 uitproberen. Waarna ik daarna ga bekijken welke het beste antwoord heeft. Dus eerst proberen, daarna verder uitwerken.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ideeën opdoen 2. De beste eruit halen 3. Proberen welke het best werkt 4. Video's analyseren

De leerlingen hebben zelf groepjes samengesteld. In twee gevallen gaf een leerling er de voorkeur uit alleen te werken, zie tabel hieronder. In een enkel geval had een leerling aanvankelijk (laatste vraag van practicumenquête) een andere onderzoeksvraag geformuleerd. In een paar gevallen ging dat niet door vanwege praktische problemen. Zo wilden twee havo-leerlingen eerst de snelheid van een speer meten maar daar gaf de gymsectie geen toestemming voor. Een ander havo-groepje wilde de snelheid van een salto op een trampoline meten maar kregen dat ook niet voor elkaar. Iemand wilde het stukschieten van een glas water in slow motion filmen maar daarvoor is een hogesnelheidscamera nodig. Een vwo-meisje had het mooiste idee: *“Of je een vallend wijnglas op kan vangen nadat je zelf al een glaasje op hebt. Het wijnglas valt dan v/d tafel en dan kan je kijken hoe snel je reactiesnelheid moet zijn om het op te kunnen vangen.”* Maar ja, om nou steeds een glas wijn te drinken totdat je een goede opname hebt.....

In de HAVO-groep viel het op dat slechts 5 van de 16 leerlingen aanvankelijk een onderzoeksvraag hadden bedacht. Dat kwam vooral omdat er meteen groepen werden gevormd en als de een al een idee heeft, hoeft de ander niets meer te bedenken. Drie groepen jongens hadden zo'n beetje hetzelfde onderwerp: *“Hoe hard kun je een bal schieten”*. Twee groepen hebben iets gekozen uit de lijst: *“Dominostenen”* en *“Stuiterbal”*.

In de VWO-groep had aanvankelijk iedereen een eigen onderwerp gekozen. Omdat er groepen gevormd moesten worden vielen onderwerpen af als: *“Wat is het effect van een gat in een bal als deze naar beneden valt of dat de grootte van de bal een verschil maakt”* en *“Stuiterhoogtes van een bal”* en het eerder genoemde *“Wijnglas”*. De onderzoeksvraag van de ballonnen is een bewerking van een onderwerp dat in de lijst staat. De andere twee, *“Jengatoren”* en *“Tennisbal”* zijn origineel.

Onderzoeksvragen HAVO-leerlingen

dominostenen

Welk verband is er tussen de afstand tussen de dominostenen en de snelheid waarmee het rijtje omvalt. (Gekozen uit lijst met onderwerpen)

penalty-1

Hoe hard kun je een bal schieten?

springgewicht

Wat is het verband tussen het gewicht van een persoon en de snelheid waarmee hij valt?

waterfles

Hoe snel is een fles water vol?

stuiterbal

Hoe hoog stuitert een bal op nadat je hem hebt laten vallen?

penalty-2

Hoe hoog kun je een voetbal schieten?

penalty-3

Hoe hard kun je een bal schieten?

Onderzoeksvragen VWO-leerlingen

gasballonnen

Met welk gas stijgt een ballon het snelst?

jengatoren

Hoe vallen de stenen in een jengatoren?

tennisballen

Welke tennisbal komt verder: een oude of een nieuwe?

BIJLAGE 7 : HET MAKEN VAN DE VIDEO

HAVO

De groep **dominostenen** had zelf een spel meegenomen, de groep **stuiterbal** en **waterfles** konden gebruik maken van spullen die op school aanwezig waren.

De groep **springgewicht** ging meten in een gymlokaal dat vanwege het mooie weer niet in gebruik was.

De drie **penalty-groepen** gingen buiten op het grasveld een film maken. moest.

De groep **stuiterbal** viel op als minst enthousiast. Een van de leerlingen gaf er van meet af aan blijk van de opdracht helemaal niet leuk te vinden wat een nogal negatieve invloed op de andere twee groepsleden had.

Regelmatig ben ik heen en weer gelopen om advies te geven waarbij ik bij elke groep moest wijzen op het feit dat de camera loodrecht op het bewegingsvlak moest staan en dat er een voorwerp voor het schalen in beeld moest komen.

VWO

De **tennisballengroep** kwam meteen al aan zetten met een zelfgeknutseld schiettoestel, een soort van katapult met een buis, waardoor de ballen geschoten konden worden. Deze groep heeft de metingen verricht in een lege gymzaal. Ook bij hen heb ik gewezen op de twee voorwaarden voor de meetopstelling.

De groep **gasballonnen** had zelf ballonnen gekocht en een afspraak met de TOA van Scheikunde gemaakt. Zij hebben hun metingen verricht in het scheikundelokaal aan het eind van een schooldag. De ballonnen werden gevuld met zuurstof, koolstofdioxide en adem. Alle ballonnen bleken te dalen in plaats van te stijgen. Daarop is de onderzoeksvraag aangepast: "*Welke ballon valt het snelst.*" In deze groep zaten de twee doublanten die ik in het voortraject al dingen had laten uitzoeken.

De leerling van de **jengatoren** werkte alleen en had geen spullen meegenomen. Daarop heb ik wat blokken die ik in het kabinet vond aan hem gegeven waarmee hij kon experimenteren. De les daarop was hij afwezig in verband met een deelname aan de wiskundeolympiade. Daarna viel drie lessen op rij uit wegens een vergadering en een excursieweek en daarna was het meivakantie. Na de meivakantie had de jongen nog steeds geen spullen bij zich en heb ik hem naar huis gestuurd (hij woont vlak bij school) om spullen op te halen. Aan het eind van dat lesuur kwam hij terug met de mededeling dat hij thuis opnamen gemaakt had om dat hij de camera (hij bleek geen mobiel te hebben) niet mee naar school mocht nemen van zijn moeder.

HAVO

De groep **dominostenen** kon het filmpje aanvankelijk niet inlezen in Coach. Daarop heeft een van hen de filmpjes naar mij gemaald zodat ik ze thuis kon comprimeren naar een bruikbaar bestand. Toen bleek dat ze met meerdere filmpjes toch slechts twee verschillende afstanden tussen de stenen hadden gefilmd. Heb je nu een antwoord gekregen op de vraag? Als je de afstand groter maakt, blijft dan de valtijd steeds maar korter worden?-Nee, want op een gegeven moment is de afstand zo groot dat de ene steen de ander niet meer raakt. Na enig doorpraten vonden ze toch dat ze meer filmpjes nodig hadden met meerdere afstanden. Ze besloten thuis nog vijf filmpjes te maken met verschillende afstanden tussen de stenen. Toen kwam de onderbreking van twee weken (excursieweek en meivakantie). De eerste les daarna bleken de filmpjes niet gemaakt te zijn omdat de mobiel waarmee de film gemaakt was stuk was. Daarop heb ik zelf thuis 5 filmpjes gemaakt van vallende dominostenen met steeds een andere tussenafstand. Daar ze alleen de tijd hoefden te meten kwamen ze er verder wel uit.

De jongen van de **waterfles** had problemen met het inlezen van de filmpjes in Coach. Hij zou het filmpje naar mij mailen maar heeft dat niet gedaan. Na de meivakantie was hij aanvankelijk nog niets opgeschoten maar ineens kreeg hij het wel zelf voor elkaar en kon toen zonder hulp de opdracht afronden.

De groep **stuiterbal** kon het filmpje wel inlezen. Ik heb hen geholpen bij het analyseren. Zij hebben tussen de eerste en tweede keer stuiteren beeldjes aangeklikt en in de verkregen grafiek een parabool gefit. Daaruit kon dan de hoogte van de bal na het stuiteren bepaald worden. Na de meivakantie bleek de motivatie in deze groep vrijwel geheel weggezakt. Eén leerling was nog wel gemotiveerd en deed eigenlijk alles alleen. Een tweede leerling was een beetje afgehaakt en de derde, het meisje dat het vanaf het begin al niet leuk vond, zit er totaal afzijdig bij. Ze leverden een verslag in dat ver onder de maat was: "Hoe hoog stuitert een bal? – 60 cm". Dat was alles. "Zo geef ik er geen voldoende voor" zei ik waarop het meisje reageert: "Maar het is toch niet voor een cijfer?" Na enig doorpraten gaat de groep er weer mee aan de slag. De eerste leerling wilde wel, de andere twee niet.

De groep **springgewicht** had ook problemen met de invoer van het filmpje. Na de meivakantie hadden ze de mobiel niet bij zich waar het filmpje op stond en mailen naar mij lukte naderhand ook niet omdat de mobiel door de moeder van een van de leerlingen was meegenomen. Intussen hebben ze aan het verslag gewerkt (hypothese, opstelling, uitvoering).

De **penaltygroepen** gaven de meeste problemen. De eerste groep had geen snoertje bij zich waarmee ze de film van de mobiel op de computer konden zetten. Ook de volgende lessen kwam dat maar niet voor elkaar. De tweede groep had problemen op het netwerk en kon niet inloggen. De derde groep had aanvankelijk geen problemen maar het resultaat dat ze in coach hadden opgeslagen bleek een volgende les nergens te vinden. Om hen bezig te houden heb ik ze met een standaardfilmpje in Coach aan het werk gezet maar dat gaf te weinig uitdaging. Het gevolg was dat deze jongens begonnen te lanterfantten terwijl ik druk bezig was anderen te helpen. Ook het feit dat sommige groepen uit drie leerlingen bestonden die achter één computer werkten was achteraf niet handig. De derde persoon haakt af en trekt de tweede mee. Zij zoeken dan weer contact met een andere groep waarvan er één of twee afhaken en dan volgen ze een ander 'programma'. Een reparatie aan het netwerk tussendoor zorgde ervoor dat de computers het een les helemaal niet deden wat de werklust in deze groepen niet ten goede kwam. Daarop heb ik een filmpje van

YouTube gehaald waarop een penalty te zien was. Na een klassikale uitleg over hoe je het filmpje in Coach kunt analyseren en de opdracht dat ze dezelfde les een verslag moesten inleveren, gingen ze goed aan de slag en leverden het verslag diezelfde les ook in.

VWO

De groep gasballonnen heeft het filmpje zelf bewerkt in Virtual Dub. Dat leverde het probleem op dat het bestandformaat groter werd waardoor het niet kon worden ingelezen in Coach. Daarop zijn ze met het originele bestand aan het werk gegaan maar dat was op zijn kant gefilmd. Hierdoor hadden ze moeite om een bruikbare grafiek te krijgen waarbij de tijd op de x-as moest komen te staan. Ze beten zich vast in de technische probleem waardoor ze uiteindelijk door gebrek aan tijd geen goed resultaat hebben gekregen.

De groep tennisballen kon meteen het filmpje inlezen maar liep ook tegen het probleem aan dat opgeslagen resultaten de les erna niet meer terug te vinden waren. Hierdoor moesten ze steeds weer opnieuw het analyseren doen wat de motivatie deed dalen. Ze gaven steeds aan mijn hulp niet nodig te hebben maar achteraf had ik me meer met hen moeten bemoeien.

De jongen van de jengatoren had na de meivakantie geen filmbestand bij zich. Zijn computer thuis bleek gecrasht te zijn. Daarop heb ik hem de filmpjes die ik van de dominostenen gemaakt had gegeven. Hij heeft er naar gekeken en er wat aan gemeten maar het lukte hem niet er een verslagje van te maken.

BIJLAGE 9 : RESULTATEN VIDEOMETINGEN

HAVO

De **penaltygroepen** hebben aan het afstand-tijd diagram een raaklijn laten maken waarmee ze de snelheid op het hoogste punt hebben kunnen aflezen. Ik heb ze moeten helpen om die raaklijnmethode te kunnen laten uitvoeren. Remco en Joeri komen op 40,62 m/s en zeggen daarbij: *“We zijn tevreden met het antwoord omdat het antwoord goed mogelijk is.”* Mertijn, Niels en Justin vinden 20,16 m/s maar doen geen uitspraak over de juistheid van het antwoord. Arjen en Ryon hebben uiteindelijk niets ingeleverd.

De groep **dominostenen** heeft alleen maar de valtijd vergeleken van de verschillende filmpjes. Schalen was niet nodig. Bij afstanden van 1 cm, 1,5 cm,3,5 cm en 4 cm bleek de rij het snelst omgevallen te zijn bij 2,5 cm afstand tussen de stenen. De laatste zin in het verslag: *“De afstand tussen de blokjes heeft wel degelijk wat te maken met de snelheid.”*

De groep **stuiterbal** leverde met veel hulp van mij een mooi gefitte grafiek af. Bij een valhoogte van 116 cm bleek de bal 88 cm omhoog te komen bij de eerste stuiter. Ze merken op : *“Dit hoeft niet altijd zo te zijn want je kunt hem met je hand ook per ongeluk een zetje geven.”*

De groep **springgewicht** leverde een verslag in zonder videometing gebruikt te hebben. Bij een spronghoogte van 2,65 m hadden ze ieder persoon een tijd gemeten, 1.1 sec en 0.8 sec. Daarna zijn ze natuurkundig volledig de fout ingegaan door met de formule $v = s : t$ te werken waarna ze de gevonden snelheid gingen vergelijken met de valversnelling. Dan vermelden ze als conclusie: *“We zien hier dus dat, we totaal niet bij de 9,81 m/s komen, het geld dus alleen voor grote afstanden. We spreken dus niet van een vrije val, wat de meeste mensen dus wel zeggen. Wat we hier wel hebben uitgevonden is dat als je zwaarder bent, je snelheid wel degelijk groter is dan als je lichter bent.”*

De jongen van de **waterfles** heeft net als de penaltygroepen een afstand-tijd diagram gemaakt en daar een raaklijn aan laten maken. Ook hem heb ik moeten helpen bij het analyseren. Hij had de vraag verandert in *“Wat is de valsnelheid van water met de kraan een kwartslag open?”* en kwam tot een snelheid van 1,49 cm/s. Hij vermeld aan het eind bij de vraag of hij tevreden is met het antwoord: *“Ja, want ik heb nu goed antwoord gegeven op de vraag en ik heb niet bijzonder veel zin om het nog een keer te doen.”*

VWO

De groep **gasballonnen** is blijven steken in het hierboven genoemde technische probleem. Ze hebben alleen maar een stukje van de werkwijze beschreven maar zijn niet tot een antwoord gekomen.

De groep **tennisballen** heeft een meting van een worp met een nieuwe tennisbal kunnen uitwerken maar bij de oude tennisbal werkte coach niet meer. Bij het resultaat vermelden zij: *“Op het oog konden we zien dat de oude tennisbal sneller ging dan de nieuwe tennisbal. We denken dat dit komt, omdat de oude tennisbal minder haartjes had en dus een lagere luchtweerstand.”*

De jongen van de **jengatoren** heeft zoals gezegd geen verslag gemaakt.

BIJLAGE 10 : VRAGENLIJST VIDEOMETING

Positieve antwoorden zijn groen gemarkeerd en negatieve rood.

HAVO

Wat vond je ervan dat je zelf een opdracht mocht bedenken voor videometing?	freq
Goed, anders minder leuk	2
Cool	3
Oke	1
Leuk maar niet echt duidelijk	1
Leuk maar moeilijk om een goed onderwerp te kiezen maar daar was een oplossing voor	1
Wel leuk	2
Leuk, innovatief	1
Moeilijk maar wel leuke ervaring	1
Leuk, je kan kiezen wat je interessant vindt	1
Niet echt speciaal	1
Weet ik niet	1
Niet zo geweldig	1
Wat vond je van het maken van de video?	
Leuk.	6
Was wel leuk maar het moet wel goed lukken anders wordt je er een beetje gek van.	1
Niet moeilijk, alleen het filmpje op de pc zetten was een probleem	1
Niet al te moeilijk	1
Niet leuk, niet moeilijk	1
Als de video gewoon lukte zou het wel leuk zijn geweest.	1
Heel irritant met die dominostenen en het regelen van een kabel enzo	1
Moeilijk en niet echt interessant	1
Niets, leuk om eens iets anders te doen maar verder was er niet veel aan	1
frustrerend	2
Wat vond je van het analyseren van de video?	
leuk	4
Was wel interessant om met dat programma te werken	1
Redelijk, niet heel bijzonder.	1
Moeilijk	1
Nog frustrerender	2
Frustrerend, werkte voor geen meter	1
Ik snapte het eigenlijk niet en verder heb ik me er ook niet in verdiept	1
Ik vond het saai, ik snapte er niets van	1
saai	2
Was minder leuk	1
Moeilijk, ik wist niet hoe het precies werkte	1

HAVO -vervolg

Wat heb je er van geleerd?	freq
Werken met coach.	6
Hoe we de snelheid van een bal kunnen meten.	2
Afstand meten in een video.	1
Veel, hoe je met een video dingen kan berekenen.	1
Dat coach een rotprogramma is en de computers op school ook	1
Niet veel.	3
Dat ik nooit meer wat ga doen met coach.	2
Heb je tips voor verbeteringen van de opdracht?	
Beter programma zodat hij meer soorten filmpjes kan downloaden.	1
Het programma duidelijker maken en de opdracht ook.	2
Een goede camera gebruiken.	1
Een andere opdracht bedenken.	1
Kant en klaar filmpje.	1
Wat duidelijker wat je moet doen en niet zo lang hetzelfde.	1
Nee.	7
Doe dit thuis.	1
Het moet minder lang duren.	1

VWO

Omdat het een kleinere groep is en de antwoorden meer verschillen van elkaar en ook uitgebreider waren, heb ik hier de antwoorden per persoon weergegeven.

Wat vond je ervan dat je zelf een opdracht mocht bedenken voor videometing?
Leuk, je had veel keuzevrijheid.
Wel fijn, want je hebt dan minder verplichtingen.
Goed, leuk, omdat je op deze manier de vrijheid krijgt om zelf iets te verzinnen en uit te zoeken.
Dat was wel leuk, dan deed je tenminste iets wat je gegarandeerd leuk vond en als dat niet het geval was, was het je eigen schuld.
Lastig, want je hebt veel experimenten waar je uit kunt kiezen.
Vreselijk.
Wat vond je van het maken van de video?
Leuk, maar je moet je wel aan een aantal dingen houden.
Leuk, het was wel gezellig en het was leuk om te doen.
Wel leuk, want je moet een beetje improviseren hoe je het doet. Je stuit soms op problemen die je ter plekke op moet lossen.
Het maken van de video zelf vond ik prima, niet bijzonder. Ik zag het meer als voorafje van het analyseren zelf.
Niet heel boeiend want het waren maar drie korte filmpjes.
Saaï.

VWO –vervolg

Wat vond je van het analyseren van de video?
Was niet al te moeilijk, we gebruikten een duidelijk programma.
Interessant, het is leuk om in beeld te brengen wat er nu daadwerkelijk gebeurt dus genieten.
Best te doen. Soms wat kleine probleempjes maar Rik en Derk kenden het programma al.
Vreselijk, computer crashte (thuis, LDA)
Af en toe moeilijk omdat we niet wisten hoe we verder moesten.
Moeilijk, we hadden de video op zijn kant dus is het veel moeilijker daar de juiste gegevens uit te halen.
Wat heb je er van geleerd?
Alleen hoe het programma werkt.
Wat je met het programma kan, filmpjes analyseren.
Dat je het jezelf niet te moeilijk moet maken. Begin makkelijk, klein en breidt als het nodig is of als je tijd hebt uit.
Een proef doen dmv zelf meten en analyseren is in de praktijk lastig.
Niet echt iets, alleen een beetje werken met coach.
Koop een betere computer. Zeg nee tegen stomme opdrachten.
Heb je tips voor verbeteringen van de opdracht?
Nee.
We kregen niet echt de uitleg wat we precies moesten doen per filmpje. We moesten het zelf ontdekken.
Eventueel meer uitleg, stappenplan, tips voor analyseren in coach, het maken van de video zelf.
Niet met de telefoon laten filmen maar met een betere camera + statief.
Direct beginnen met de module (van het reguliere lesprogramma, LDA)