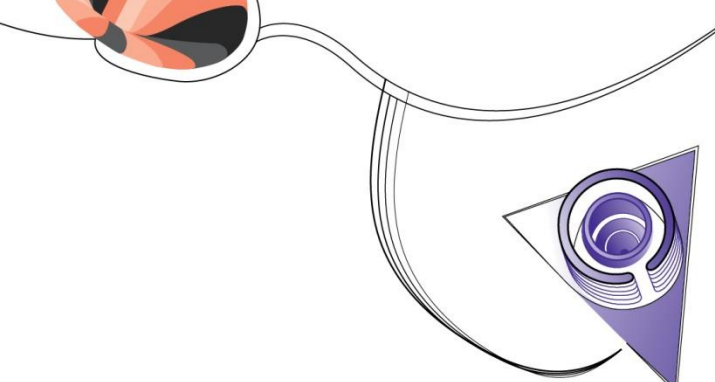
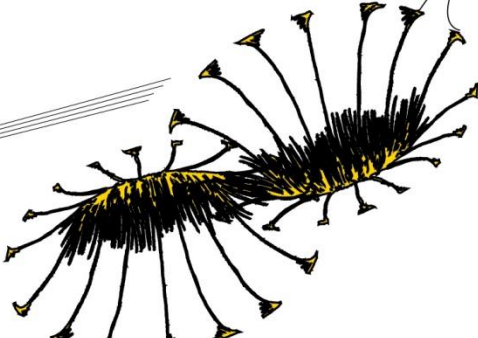


Een case studie van 'Getting Practical' binnen de context van de overgang van de derde naar de vierde klas havo en vwo

Een case studie binnen NiNa domein A: Vaardigheden



Naam:	S.G. Veltkamp
Studentnummer:	s0120413
Universiteit:	Universiteit Twente
Faculteit:	Gedragwetenschappen Master Science, Education and Communication – track physics
Begeleiders:	dr. ir. H.J. Pol & dr. J.T. van der Veen
Organisatie:	Carmel College Salland, Raalte
Datum:	20 november 2017



Inhoud

Inhoud	1
Lijst met figuren	3
Lijst met tabellen	3
Samenvatting	4
Dankwoord.....	5
1 Inleiding.....	6
1.1 Overgangsproblematiek in Nederland.....	7
2 Theoretisch kader	9
2.1 Onderwijsverandering en succesvolle interventies	9
2.2 Vaardigheden: Practica bèta-onderwijs.....	10
2.3 Bepalen van de effectiviteit van een interventie: Getting Practical	13
2.4 Onderzoeksdoel en -vragen	14
2.5 De evaluatie van onderzoeksvragen	15
2.6 Hypotheses aan de hand van literatuuranalyse	16
3 Onderzoeksmethoden	18
3.1 Onderzoekscontext Carmel College Salland	18
3.2 Opzet vragenlijst	18
3.2.1 Semi-gestructureerde interviews leerlingen	18
3.2.2 Vragenlijst leerlingen (test)	19
3.3 Onderzoek naar vermeende kloof van de derde klas naar de vierde.....	19
3.3.1 Bespreking doorlopende leerlijn vakgroep natuurkunde	19
3.3.2 Vergelijking toetsen derde en vierde klas bij natuurkunde	20
3.3.3 Vergelijk van gegevens van leerlingen over de overgang van 3 ^e naar 4 ^e klas	20
3.4 Getting practical binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS	21
3.4.1 Geven van methode 'Getting practical' op het CCS.....	21
3.4.2 Vergelijken van practica voor en na 'Getting Practical'	21
3.4.3 Uitvoeren practica na 'Getting Practical'	23
3.5 Analyse vragenlijst	23
3.5.1 Analyse van open vragen t.a.v. vaardigheden	23
3.5.2 Statistische analyse vragenlijst	23
3.5.3 Analyse vakinhoudelijk meerkeuzevragen t.a.v. vaardigheden.....	24
3.6 Afname van de vragenlijsten	24
3.6.1 Vragenlijst leerlingen (pre –'Getting Practical' –test).....	24
3.6.2 Vragenlijst leerlingen (post–'Getting Practical' –test)	25
3.7 Onderzoeksmatrix.....	26
4 Resultaten	27
4.1 Opzet vragenlijst	27
4.1.1 Resultaten semi-gestructureerde interviews leerlingen	27
4.1.2 Resultaten van gesprekken met docenten binnen de vakgroep natuurkunde	28
4.2 Vermeende kloof tussen onderbouw (3 ^e klas) en bovenbouw (4 ^e klas).....	28
4.2.1 Bespreking doorlopende leerlijn vakgroep natuurkunde	29
4.2.2 Vergelijking van toetsen in de onderbouw en bovenbouw	30
4.3 Getting practical binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS	31

4.3.1	Uitvoering en ervaringen van docenten tijdens Getting Practical binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS	31
4.3.2	Vergelijk van practica voor en na Getting practical	34
4.3.3	Periode na de Getting Practical bijeenkomsten	35
4.4	Analyse vragenlijst	35
4.4.1	Analyse open vragen	35
4.4.2	Statistische analyse vermeende verandering van leerlingen	36
4.4.3	Analyse vakinhoudelijke vragen t.a.v. vaardigheden.....	38
5	Conclusies	41
5.1	Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen de derde en vierde klas bij natuurkunde?.....	41
5.2	In hoeverre ervaren docenten en leerlingen t.a.v. NiNa domein A: Vaardigheden in de derde en vierde klas verschil m.b.t. leeruitkomsten?	41
5.3	Hoe kunnen de gezamenlijke ervaringen en percepties van leerlingen en docenten gebruikt worden om tot een onderwijskundige verbetering te komen t.a.v. het domein vaardigheden bij natuurkunde?	42
5.4	Hypothese	43
5.5	Samenvatting van conclusies a.h.v. onderzoeksmatrix	44
6	Discussie.....	46
6.1	Onderzoeken masterstudenten als brononderzoek	46
6.2	Eigen rol in Getting Practical methode	46
6.3	Gevalideerde vragenlijst	46
6.4	Sample pre-test en post-test en betrouwbaarheid vragenlijst.....	46
6.5	Vergelijkbaarheid controlegroep (havo) en testgroep (vwo)	47
6.6	Uitwerking van onderzoek op de vakgroep en bètaonderbouw werkgroep.....	47
7	Vervolgonderzoek.....	48
7.1	Langdurige studie naar leeruitkomsten bij leerlingen	48
7.2	Onderzoek op meerdere scholen	48
8	Bibliografie	49
9	Bijlagen.....	50
9.1	Bijlage 1: Nieuwe natuurkunde domein A: Vaardigheden.....	50
9.2	Bijlage 2: Opzet semi-gestructureerd interview leerlingen	52
9.3	Bijlage 3: Vragenlijst afgenomen bij vierde klas leerlingen (digitaal afgenomen).....	54
9.4	Bijlage 4: Doorlopende leerlijn onder constructie CCS	62
9.5	Bijlage 5: Presentatie bijeenkomst 1 en 2 'Getting Practical' op het CCS.....	63
9.6	Bijlage 6: Jaarprogramma klas 3 natuurkunde 14-15	70
9.7	Bijlage 7: Jaarprogramma klas 4 natuurkunde 14-15.....	72
9.8	Bijlage 8: Semi-gestructureerde interviews groepjes leerlingen	74
9.9	Bijlage 9: Notulen relevante vakgroepvergaderingen	77
9.10	Bijlage 10: Start van doorlopende leerlijn praktische vaardigheden.....	82
9.11	Bijlage 11: Proefwerken derde en vierde klas vergeleken.....	83
9.12	Bijlage 12: Bijeenkomst 1 brainteaser	93
9.13	Bijlage 13: GP bijeenkomst 1, categoriseren van practicumdoelen	95
9.14	Bijlage 14: Bijeenkomst 1 blauwe formulieren	96
9.15	Bijlage 15: Notulen bijeenkomsten Getting Practical	102
9.16	Bijlage 16: Kop in vakgroepplan aangaande practicumvaardigheden.....	104
9.17	Bijlage 17: Leerlijn practicumvaardigheden per jaarlaag	105

Lijst met figuren

Figuur 1. Praktisch werk: de verbinding tussen het domein van waarneembare verschijnselen en het domein van de ideeën (Abrahams & Millar, 2008).....	11
Figuur 2. Model met twee schalen van effectiviteit van practica: level 1) het juist uitvoeren van practica, level 2) het begrijpen van de concepten en handelingen van een practicum (Abrahams & Reiss, 2012).	12
Figuur 3. Verloop van professionele ontwikkeling van docenten tot permanente verbetering in leeruitkomsten bij leerlingen (Guskey, 2002b).....	14
Figuur 4. Visualisatie van onderzoeksvragen en bijbehorende aspecten binnen de school	15
Figuur 5. Drie batterijen.....	85
Figuur 6. Een elektrische schakeling van een spanningsbron, twee ohmse weerstanden, een lampje, een spanningsmeter en een ampèremeter	86
Figuur 7. Incomplete schakeling	87
Figuur 8. Weerstand/temperatuur grafiek behorende bij NTC van opgave 5c	87
Figuur 9. Een elektrische schakeling van een spanningsbron, twee ohmse weerstanden, een lampje, een spanningsmeter en een ampèremeter	91
Figuur 10. Incomplete schakeling	92
Figuur 11. Weerstand/temperatuur grafiek behorende bij NTC van opgave 5c	92

Lijst met tabellen

Tabel 1. Model om de effectiviteit van praktisch werk te beoordelen (Millar, 2010).....	12
Tabel 2. Evaluatiestappen in het onderzoek naar de effectiviteit van Getting Practical als interventie (Guskey, 2002a)	16
Tabel 3. Klassen, uren en docenten voor natuurkunde binnen het CCS schooljaar 15/16	18
Tabel 4. Aangepaste taxonomy van Bloom, ob = onderbouw, bb = bovenbouw (Krathwohl, 2002)... ..	20
Tabel 5. Tijdschema Getting Practical op het CCS.....	21
Tabel 6. Samenvatting blauwe formulier gebruikt in Getting Practical.....	22
Tabel 7. Matrix waarin de vergelijking tussen pre- en post-test worden weergegeven	24
Tabel 8. Resultaten semi-gestructureerde interviews met groepjes leerlingen ter voorbereiding op het samenstellen van de vragenlijst uit bijlage 3.....	27
Tabel 9. Besprekingen aangaande doorlopende leerlijn vakgroep natuurkunde	29
Tabel 10. Aangepaste taxonomy van Bloom, ob = havo onderbouw, bb = havo bovenbouw (Krathwohl, 2002).	30
Tabel 11. Aangepaste taxonomy van Bloom, ob = vwo onderbouw, bb = vwo bovenbouw (Krathwohl, 2002).	31
Tabel 12. Aantal practicumdoelen geconstateerd door docenten bij bijeenkomst 1 Getting Practical	32
Tabel 13. Vergelijk van twee practica waarbij de blauwe formulieren zowel voor als na de aanpassingen tijdens Getting Practical zijn ingevuld.....	34
Tabel 14. Telling van door leerlingen genoemde begrippen in relatie tot eindtermen syllabus domein A	35
Tabel 15. Analyse van de stelling: 'Ik vind natuurkunde een leuk vak'.....	36
Tabel 16. Analyse van de stelling: 'Ik vind natuurkunde een belangrijk/nuttig vak'	37
Tabel 17. Analyse van vragen gerelateerd aan vermeende praktische vaardigheden die geleerd zijn bij natuurkunde.....	37
Tabel 18. Analyse inhoudelijke vraag over de multimeter	38
Tabel 19. Analyse inhoudelijke vraag formule omschrijven	39
Tabel 20. Analyse inhoudelijk vraag over analyse (x,t)-diagram	39
Tabel 21. Spanning over drie batterijen	85

Samenvatting

Dit onderzoek begint met de overgang van de derde naar de vierde klas met een focus op vaardigheden bij natuurkunde. Het onderzoek heeft plaatsgevonden op het Carmel College Salland en probeert via de methode Getting Practical middels aanpassing van practica een verbetering bij leeruitkomsten van leerlingen te bewerkstelligen. Bij de methode Getting Practical worden docenten meegenomen in de theorie achter het doen van effectieve practica en worden binnen een vakgroep samen practica geanalyseerd. Aan de hand van vooronderzoek bij leerlingen en docenten is een vragenlijst opgesteld om het effect van Getting Practical als interventie te meten aan de hand van de vijf niveaus van Guskey. Middels notulen van vakgroepvergaderingen, het vakgroepplan, gesprekken met docenten, de resultaten van de methode Getting Practical en een vragenlijst voor leerlingen is getracht te ontdekken welke niveaus van Guskey aangetoond kunnen worden. De resultaten van dit onderzoek geven aan dat niveau 4 van Guskey 'Toepassen van nieuwe informatie en vaardigheden van deelnemers in de praktijk' is bereikt en dat daarmee binnen de vakgroep natuurkunde practica en het verbeteren daarvan een vaste plek hebben veroverd op de agenda van de vakgroep en de voorbereiding van docenten op practica. Niveau 5 'Positief effect op de leeruitkomsten van leerlingen' kon niet worden aangetoond in dit onderzoek, dat daarvoor te kort is geweest. Docenten hebben echter het volste vertrouwen dat het verbeteren van practica ook voor leerlingen een positief effect zal hebben op hun leren en hebben daarom het verbeteren van practica opgenomen in het vakgroepplan en een leerlijn voor praktische vaardigheden opgesteld.

Dankwoord

Voor mijn onderzoek ben ik vele mensen een woord van dank verschuldigd, daar wil ik graag kort mee beginnen. Als eerste heb ik heel veel gehad aan de gesprekken, de omgang, de feedback en voornamelijk het geduld van Henk Pol. Ik heb me altijd op mijn gemak gevoeld en ik heb veel van ons contact en gesprekken geleerd, niet alleen ten aanzien van dit onderzoek. Daarnaast moet ik ook mijn vriendin Saskia bedanken voor haar geduld met mij. Meestal kostte het een nachtje doorwerken om echt verder te komen en heb ik jou daarmee uit je slaap gehouden, sorry daarvoor. Daarnaast heeft ook mijn werkgever het Carmel College Salland altijd veel geduld met mij gehad. Het afronden van mijn afstuderen heeft te lang geduurd, maar ik ben nu wel tevreden over mijn onderzoek en verslag, dat is voor mij altijd belangrijker geweest dan een snelle afronding. Alle andere mensen die te maken hebben gehad met mijn onderzoek of daar last van hebben gehad, hartelijk bedankt voor jullie steun en vertrouwen.

1 Inleiding

Huidige ervaringen op het Carmel College Salland (vanaf nu: CCS) maken duidelijk dat er een kloof bestaat, of in ieder geval wordt ervaren, door zowel leerlingen als docenten tussen het onderbouwonderwijs en het bovenbouwonderwijs. Binnen de vakgroep natuurkunde zijn verschillende geluiden te horen die aangeven dat de overgang van de derde naar de vierde klas problemen oplevert voor een aanzienlijk aantal leerlingen. Leerlingen geven zelf ook aan dat het verschil tussen de derde en de vierde klas bij natuurkunde erg groot is. Er zijn verschillende aspecten die een rol spelen binnen de overgang. Een aantal hiervan is: Toetsweken of gecoördineerde toetsen i.p.v. meer gespreide toetsmomenten, verandering natuurkundeonderwijs van begripsvorming in onderbouw naar meer theoretische onderbouwing in de bovenbouw, profielkeuze op basis van onderbouwwerfing, voorlichtingsprogramma decanaat en advies van docenten. De relatie van docenten in de onderbouw met leerlingen heeft ook invloed op de profiel- en dus de vakkeuze. Het Carmel College Salland, de locatie van dit onderzoek, is ingericht volgens een teamstructuur waarin er een duidelijk onderscheid is tussen onderbouw- en bovenbouwteams. Verschillende teams hebben eigen regels en dus eigenlijk een eigen cultuur. Ook zit er een verschil in de docenten die lesgeven in onderbouw en bovenbouw, zo zijn bovenbouwdocenten voornamelijk eerstegraads opgeleid en onderbouwdocenten voornamelijk tweedegraads. Daarnaast zou de leeftijd van de leerlingen en de pubertijd in de periode van profiel- en vakkeuze in de derde klas een rol kunnen spelen.

De problematiek bij de overgang in combinatie met de veelheid en onbekendheid van de beweegredenen van leerlingen t.a.v. van de overgang naar de vierde klas is een eerste aanleiding voor dit onderzoek. Er zal worden gekeken naar het vak natuurkunde en nog specifiek naar domein A van de Nieuwe Natuurkunde (sinds 2013/2014): Vaardigheden. Het toespitsen op vaardigheden is geboren vanuit het feit dat er binnen de vakgroep natuurkunde in de vierde klas wordt geconstateerd dat praktische vaardigheden absent zijn die wel als voorkennis werden verwacht. Dit gebrek aan vaardigheden bij leerlingen waar die wel verwacht werden is de tweede aanleiding voor dit onderzoek. Het onderzoek zal zich focussen op de ervaringen van docenten natuurkunde en leerlingen met natuurkunde in hun pakket in de vierde klas en zal dieper ingaan op het onderdeel Vaardigheden, examenprogramma natuurkunde domein A. Opvallend hierbij is ook dat er wel een doorlopende leerlijn van de eerste naar de zesde klas is opgesteld binnen de school voor wat betreft de theorie bij natuurkunde, maar dat er geen doorlopende leerlijn bestaat voor de praktische vaardigheden die leerlingen dienen te ontwikkelen van klas één naar zes. In rapportvergaderingen bij havo 4 en vwo 4 komen de problemen veroorzaakt door de overgang van de derde naar de vierde vaak aan de orde in het begin van het jaar en ook leerlingen zelf komen met dit 'excuus' voor eventuele slechte resultaten in het begin van de vierde klas. Het doel in dit onderzoek is om erachter te komen of leerlingen en docenten in staat zijn specifiek te benoemen wat het probleem is voor de leerlingen in de bovenbouw en in welke richting interventies gezocht moeten worden om deze overgang te vergemakkelijken.

Vanuit gesprekken en vergaderingen met de natuurkundevakgroep en een vragenlijst voor leerlingen zal onderzocht worden welke vaardigheden belangrijk zijn in de onderbouw, in hoeverre leerlingen deze vaardigheden nodig hebben in de bovenbouw en hoe practica aangepast kunnen worden om de leerresultaten van leerlingen te verbeteren aan de hand van een systematiek genaamd 'Getting Practical'.

De overgang van de derde naar de vierde klas is veel onderzocht, maar vrijwel alleen door studenten van lerarenopleidingen. In de dagelijkse praktijk op school is het een wederkerig probleem, ook bij andere vakken, maar vanwege de vele variabelen een bijzonder lastig te onderzoeken probleem. In de volgende paragraaf worden onderzoeken weergegeven die gedaan zijn in de overgang van de derde naar de vierde klas op middelbare scholen in Nederland, aangezien dit de aanleiding vormde van de opzet van dit onderzoek. Moeilijkheden bij de overgang van de derde naar de vierde klas worden breed geconstateerd en komt ook in een aantal onderzoeken naar voren. Opvallend in de onderzoeken naar de overgang van onderbouw havo/vwo naar bovenbouw is dat dit allemaal onderzoeken zijn die op één school zijn uitgevoerd, waarschijnlijk vanwege het schoolafhankelijk

karakter van de materie. Hierna eerst een bespreking van voorgaande onderzoeken, welke allemaal contextspecifiek zijn, waarna er in het volgende hoofdstuk doorgegaan wordt op onderzoek aangaande praktische vaardigheden en de manier van leren van leerlingen bij practica.

1.1 Overgangsproblematiek in Nederland

Een groot deel van de onderzoeken binnen de overgang van de derde naar de vierde klas zijn masteronderzoeken van studenten aan een lerarenopleiding. Die bevestigen het beeld dat er inderdaad een vermeende kloof tussen het derde en vierde jaar op middelbare scholen in het havo en vwo bestaat. Overgangsproblematiek van de derde naar de vierde klas is in eerste instantie logisch te verklaren vanwege het verschil in doelen van de derde klas en de bovenbouw. Waar onderwijs in de derde klas (havo en vwo) eindonderwijs is voor een breed publiek, is natuurkunde in de vierde klas een gekozen vak, dat daarom ook dieper op de stof ingaat met bijbehorende grotere moeilijkheidsgraad. Desalniettemin is het goed te kijken naar een meer soepele overgang voor leerlingen. Vaardigheden bij natuurkunde zou daarin een goede eerste stap kunnen zijn. Daarnaast is er meer grondig onderzoek gedaan naar het leren van leerlingen bij practica in de bètavakken. Dit onderzoek is minder contextspecifiek, omdat concepten binnen natuurkundepractica en de manier waarop leerlingen omgaan met deze concepten veel universeler van aard is en daarmee ook onafhankelijk van de onderwijsorganisatie of het land waarin deze practica plaatsvinden. In deze paragraaf een analyse van de meest relevante onderzoeken en hun belangrijkste onderzoeksresultaten en conclusies. De meeste onderzoeken die hier zijn beschreven zijn masteronderzoek en dus niet peer-reviewed.

In een onderzoek uitgevoerd op drie middelbare scholen spreekt men van 'overgangsproblematiek' voornamelijk vanwege een sterke cijferdaling tussen resultaten in de derde en vierde klas. Deze analyse is gedaan op basis van cijferlijsten en analyse van toetsen tussen de verschillende jaarlagen bij het vak biologie (twee scholen) en scheikunde (één school). Belangrijkste conclusie is dat er een grotere diepgang is in de stof op scholen waar deze overgang soepeler verloopt en dat het ook lijkt of deze overgang vergemakkelijkt wordt door al toetsweken in te voeren in de derde klas (Kalkers, Dijkman, & Huijskens, 2007).

Leerlingen in de bovenbouw blijken in grote mate tevreden te zijn over hun gekozen profiel en zouden dit profiel, als ze de keuze nogmaals hadden, opnieuw kiezen (Groenewegen, Haaksma-Oostijen, & Van Deelen-Meeng, 2011). Ander onderzoek naar de overgang van de onderbouw naar de bovenbouw, via interviews van docenten en leerlingen op het vwo, levert een gespreid beeld op. Leerlingen vinden dat ze zelf redelijk goed kunnen plannen, docenten vinden dat leerlingen over het algemeen niet goed kunnen plannen. Daarnaast kon geconcludeerd worden door de meeste mensen dat de overgang van de derde naar de vierde klas wel als 'een grote stap' kon worden gezien (Admiraal et al., 2013). Verder onderzoek, op basis van cijfers en interviews bij alleen bètaleerlingen kon geconcludeerd worden dat er een verschil in gemiddelde cijfers op de bètavakken van 0,5-1,5 punt bestaat. Daarnaast bestaat er onvrede bij veel leerlingen over de grote stap naar de bovenbouw en het feit dat zij zich niet voorbereid voelen op deze stap. Het niveauverschil van de stof en de verandering in toetsing worden door leerlingen aangedragen als voornaamste reden (Meulenbroeks, 2012). Deze bevindingen worden bevestigd door onderzoek waaruit blijkt dat leerlingen de leerjaren één tot en met drie als 'nogal vrijblijvend' ervaren op het vwo, terwijl er in de vierde klas plotseling veel meer verwacht wordt (Weij, 2010). Ook al is dit onderzoek uitgevoerd ten aanzien van het vak Frans, het bevestigt toch het beeld dat er 'aansluitingsproblematiek' bestaat.

Zoals eerder genoemd zijn er logische redenen op te voeren voor het bestaan van de overgangsproblematiek, bijvoorbeeld: 1) Verplichte algemene vorming in de derde klas tegenover keuzevak in de vierde klas, 2) Andere docenten in onderbouw en bovenbouw, 3) Toetsweken in de bovenbouw en niet in de onderbouw, 4) Strengere eisen vanwege het examenprogramma in de vierde. Een deel van de oplossing zal dus ook moeten liggen in verwachtingsmanagement bij leerlingen en het goed op elkaar afstemmen van de programma's van de derde en vierde klas. Op het CCS

worden dezelfde problemen ervaren als uit de masteronderzoeken hierboven naar voren komen. Docenten van verschillende vakken waaronder natuurkunde geven aan dat er grote verschillen zitten in de cijfers tussen onderbouw en bovenbouw en leerlingen geven aan dat ze natuurkunde in de vierde klas ook daadwerkelijk veel moeilijker vinden dan in de derde klas. Het volgende hoofdstuk beschrijft het theoretisch kader van waaruit de basis wordt gelegd voor dit onderzoek aangaande de effectiviteit van praktisch werk, mogelijke interventies op het CCS en van daaruit de link naar de overgang van de derde naar de vierde klas, de originele aanleiding van dit onderzoek. Er bestaat al een leerlijn voor natuurkunde waarin onderbouwprogramma's en bovenbouwprogramma's op elkaar worden afgestemd op het CCS, maar dit bestaat nog niet voor praktische vaardigheden. Daarom zijn vaardigheden bij natuurkunde als tweede aanleiding voor dit onderzoek gekozen. Een betere afstemming van het programma voor vaardigheden zou kunnen leiden tot een beter overgang voor leerlingen.

2 Theoretisch kader

Dit hoofdstuk begint met een analyse van literatuur over onderwijsverandering in het algemeen, aangezien de wens om leerlingresultaten bij praktisch werk te verbeteren onderdeel zal moeten zijn van een onderwijsverandering om duurzaam te zijn. Het hoofdstuk gaat verder met literatuur over practica bij bètaonderwijs en eindigt met literatuur over het bepalen van de effectiviteit van praktisch werk. Daarna worden de onderzoeksvragen behandeld, de manier waarop antwoorden worden gevonden op deze vragen en de hypothese. Dit onderzoek beperkt zich tot het testen van de effectiviteit van practica bij leerlingen op het CCS en mogelijke verbeteringen van deze practica en het onderwijs rondom practica.

2.1 *Onderwijsverandering en succesvolle interventies*

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is het tot stand brengen van onderwijsverandering binnen een bestaande onderwijspraktijk. Practicumvaardigheden is een onderdeel van natuurkunde en bètavakken dat een rol speelt van de eerste tot de zesde klas, daarom is het mogelijk een interventie te vinden binnen praktische vaardigheden die aansluit bij een deel van de overgangsproblematiek van de derde naar de vierde klas. Dit deel van de problematiek is het verbinden van observaties in practica met de onderliggende theorie voor leerlingen en het leren van practicumvaardigheden. Fullan (2007) geeft een volledige beschrijving van veranderingen in onderwijspraktijk en maakt daarin onderscheid binnen het niveau van de lokale praktijk (binnen één school) tussen verschillende actoren: docent, leerling, schoolleider, ouders en omgeving & regio (Fullan, 2007). Het onderzoek van dit verslag zal zich uitsluitend richten op de docent en de leerling, maar het is belangrijk te beseffen dat er meer actoren een rol spelen aangaande onderwijsverandering binnen een school. Zo is er literatuur die zich specifiek richt op veranderingen voor leerlingen binnen een overgang in het onderwijs, dit onderzoek richt zich op zogenaamde 'discontinuïteits'. Rice (1997) geeft aan dat er verschillende factoren zijn die bij de overgang van middleschool naar highschool, vergelijkbare leeftijd met wat in Nederland de overgang van de derde naar de vierde is, een rol spelen. In Nederland vindt deze overgang dus plaats binnen dezelfde school, maar dat hoeft niet te betekenen dat deze discontinuïteiten er niet zijn tussen onderbouw en bovenbouw in: De manier van lesgeven van docenten, de sociale context, de verwachtingen van docenten en de mate van autonomie (Rice, 1997). Dit onderzoek gaat wel in op enkele aspecten van de overgang van de derde klas naar de vierde, maar dit wordt met name in de context van vaardigheden bij natuurkunde gedaan.

Een onderwijsverandering binnen één vak moet zich vooral richten op de docent en leerling. Fullan (2007) geeft daarin als eerste aan dat er rekening gehouden dient te worden met de belangrijkste factoren die te maken hebben met de verandering van de huidige manieren, overtuigingen, het gebruik van nieuwe materialen en corresponderende leeruitkomsten van zowel docenten als leerlingen. Van belang is dat voornamelijk de huidige manieren en leeruitkomsten van docenten en leerlingen in kaart worden gebracht, één van de doelen van dit onderzoek. Binnen practica bij natuurkunde komen deze vier factoren allemaal ook weer terug in zowel de perceptie van de leerling als in die van de docent. Eén van de belangrijkste vragen om mee te nemen bij het ontwikkelen van nieuw materiaal en lessen is de manier waarop leerlingen leren en dat linken aan de praktijk binnen de lessen. Dit is een algemeenheid die buiten de specifieke context van een school relevant is voor leerlingen in het algemeen.

Het is van groot belang dat factoren niet los van elkaar gezien kunnen worden, veranderingen in het onderwijs gebeuren altijd in samenhang. Verandering in de onderwijspraktijk binnen een vakgroep of binnen een lessenserie zal alleen maar standhouden wanneer de huidige manieren, overtuigingen, het gebruik van nieuwe materialen en corresponderende leeruitkomsten allemaal meegenomen en aangepast worden richting de nieuwe, gewenste situatie. Binnen dit onderzoek is er geen ruimte om de onderwijscontext als geheel mee te nemen, maar een analyse en aanpassing van practica aan een nieuwe gewenste situatie is een duidelijk afgebakend deel binnen het natuurkundeonderwijs. Practica bestaan uit duidelijke materialenlijsten en benodigdheden, omvatten

een specifiek onderdeel binnen het natuurkundeonderwijs en de effectiviteit van veranderingen van leeruitkomsten bij leerlingen van de interventie kan gemeten worden binnen een afzienbare periode.

In Nederland nemen practica een bijzondere rol in binnen de onderwijscultuur bij de bètavakken aangezien praktische vaardigheden zijn meegenomen in een door de overheid opgelegd examenprogramma (Smits, Lijnse, & Bergen, 2000; Van den Berg & Buning, 1994). Bij de bètavakken worden praktische vaardigheden samengevat binnen domein A van de syllabus van het examenprogramma: Vaardigheden. Een samenvatting van domein A bij natuurkunde is te vinden in bijlage 1.

2.2 Vaardigheden: Practica bèta-onderwijs

Practicumvaardigheden zijn vrijwel alleen voorbehouden aan bètavakken en in Nederland speelt de profielkeuze voor leerlingen een belangrijke rol in het kiezen voor bètavakken. De profielkeuze wordt uiteindelijk in het derde jaar voltooid en speelt daarom ook een belangrijke rol in de keuze voor bètavakken in de bovenbouw. In onderzoek naar de relatie tussen docent en leerling bij de vakken biologie en natuurkunde wordt beweerd dat ouders, medeleerlingen en mentoren een beperkte invloed hebben op de profielkeuze van leerlingen. Daarnaast blijkt ook dat er bij het vak natuurkunde geen significante relatie is gevonden tussen het interpersoonlijke contact van docent met leerling en de profielkeuze van de leerling (Diederik K.J.T., 2012). Uit onderzoek van het CPS: Leerling op het juiste spoor!, blijkt dat leerlingen op het havo, vwo en gymnasium natuurkunde als een moeilijk vak zien waar meer tijd in gaat zitten dan gemiddeld (Groenewegen et al., 2011). Er is onderzoek naar manieren om bètaonderwijs, in Engelstalige literatuur omvat met het woord 'Science', aantrekkelijker te maken bij studenten en dit onderwijs op een begrijpbare manier te presenteren. Çimer (2006) geeft een overzicht van de literatuur naar bètaonderwijs en geeft daarin een samenvatting van de zes belangrijkste onderdelen van bètaonderwijs:

1. Omgaan met bestaande concepten en ideeën van leerlingen,
2. Het motiveren van studenten om nieuwe concepten en ideeën toe te passen binnen een andere context,
3. Het motiveren van studenten om actief mee te doen in de les,
4. Het bevorderen van nieuwsgierigheid en vragen stellen van leerlingen,
5. Het stimuleren van samenwerkend leren en onderzoek,
6. Het bieden van doorlopende opdrachten en corrigerende feedback op deze opdrachten.

Deze zes onderdelen zijn allemaal van toepassing op practica binnen bèta- en dus natuurkundeonderwijs. Practica spelen daarom ook een belangrijke rol om deze onderdelen in het bètaonderwijs aan bod te laten komen (Çimer, 2006). Interessant hierin is dat er weinig onderzoek is naar de volgende zaken: het verschil in toetsing tussen onderbouw en bovenbouw en het verschil in practica tussen onder- en bovenbouw. Rice (1997), over de overgang van middle- naar highschool, spreekt voornamelijk over het effect van de sociale omgeving van kinderen en de mate waarin zij gepusht of vrijgelaten worden door docenten, op hun resultaten. Er wordt wel gesproken over verandering in instructie van docenten. Practica worden in deze context niet specifiek genoemd.

Vanwege de mooie afbakening voor onderzoek en de relatieve afwezigheid in literatuur van de invloed van practica op leerresultaten bij leerlingen geeft dit een goed aanknopingspunt voor verder onderzoek. De ontwikkeling van vaardigheden bij natuurkundep practica bij leerlingen is daarom de focus van dit onderzoek. Vaardigheden is bij natuurkunde een onderdeel van het examenprogramma samengevat in domein A. In bijlage 1 zijn de specifieke vaardigheden voor dit domein toegevoegd. Dit domein is voor havo en vwo hetzelfde. Een aanzienlijk deel van de vaardigheden voor natuurkunde komen aan bod en worden aangeleerd binnen de practica, die over het algemeen worden beschouwd als onlosmakelijk verbonden met bètaonderwijs. Zo ook volgens onderstaande quotes.

'Natuurwetenschap zonder praktisch werk is als zwemmen zonder water.'

Hoofd van bètaonderwijs, aangehaald in SCORE rapport, 2008

‘Velen binnen de gemeenschap van onderwijs binnen de bètavakken zien practica gedaan door studenten als een essentieel onderdeel van wetenschappelijk onderwijs.’

Naar Abrahams and Millar, 2008

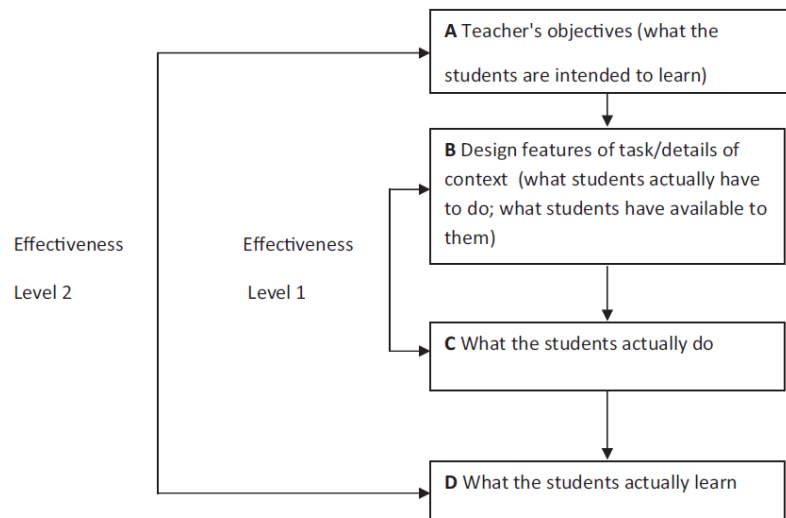
Bovenstaande quotes geven weer wat vele natuurkundedocenten zullen beamen en binnen de vakgroep natuurkunde van het Carmel College Salland ook wordt beaamd. Abrahams and Millar (2008) maken het nut, het doel en de plaats van practica binnen bètaonderwijs duidelijk in Figuur 1.



Figuur 1. Praktisch werk: de verbinding tussen het domein van waarneembare verschijnselen en het domein van de ideeën (Abrahams & Millar, 2008).

Figuur 1 geeft aan dat er een duidelijke scheiding bestaat tussen het domein van de waarneembare verschijnselen en het domein van de begrippen en ideeën, in ieder geval voor leerlingen. Praktisch werk kan deze twee domeinen aan elkaar verbinden door leerlingen te laten inzien dat deze twee domeinen door bètavakken aan elkaar worden gelinkt. Abrahams and Millar (2008) onderzochten de effectiviteit van deze link en voerden een onderzoek uit bij 25 lessen waarin praktisch werk aan de orde kwam op Engelse middelbare scholen. Voornaamste bron van analyse waren interviews met docenten en leerlingen. Zij vonden dat praktisch werk met name effectief was om leerlingen het gebruik van apparaten en fysische objecten aan te leren. Niet effectief was het om practica te gebruiken om leerlingen wetenschappelijke principes te laten toepassen op hun practica en hen daarmee te laten evalueren op de uitkomsten van het werk. Het verbinden van observaties aan wetenschappelijke ideeën was niet effectief.

Een vervolgstudie hierop werd uitgevoerd door Abrahams and Reiss (2012). Zij vonden dat in het meeste praktisch werk het voornaamste doel dat bereikt werd was dat leerlingen deden wat docenten wilden dat ze deden. Dit had als voornaamste reden dat practica meestal werden vergezeld van een practicumhandleiding. Deze handleiding zorgde ervoor dat leerlingen het door de docent beoogde practicum uitvoerden. Keerzijde hiervan was dat deze lesplannen zelden een strategie in zich hadden waarin observaties door leerlingen gelinkt konden worden aan wetenschappelijke principes. De practica werden dan ook minder effectief bevonden in het overbrengen van begrip over de verschillende stappen die in de practicumhandleiding werden beschreven. Oftewel: leerlingen wisten wel hoe ze het practicum uit moesten voeren en voerden dit ook goed uit, maar er was nauwelijks begrip over het waarom van de handelingen. Goede reflectie op de uitkomsten van het praktisch werk kwam dan ook zelden voor. Figuur 2 geeft het model waarmee volgens Abrahams and Reiss (2012) een duidelijk onderscheid gemaakt kan worden tussen twee 'levels' van de effectiviteit van practica voor wat betreft de doelen van de docent/het onderwijs.



Figuur 2. Model met twee schalen van effectiviteit van practica: level 1) het juist uitvoeren van practica, level 2) het begrijpen van de concepten en handelingen van een practicum (Abrahams & Reiss, 2012).

De conclusie van Abrahams and Reiss (2012) aan de hand van dit model is dat 'Level 1 Effectiveness' vaak wel wordt behaald, maar level 2 zelden tot nooit. Docenten geven in groten getale aan dat zij denken dat practica bijdragen aan het plezier van leerlingen en daarmee ook aan de kans dat leerlingen verder gaan met bètavakken in hun verdere schoolloopbaan. Abrahams and Reiss (2012) geven aan dat het mogelijk is dat docenten verblind kunnen worden door hun eigen enthousiasme. Dit houdt een risico in waarin docenten niet meer kritisch kijken naar de practica die zij zelf uitvoeren en daarom niet kijken naar de leeropbrengsten van deze practica. Practica die meestal jarenlang op dezelfde manier, met dezelfde handleiding worden gegeven.

Om binnen practica te kunnen meten of deze een gunstig effect hebben op de leeruitkomsten van leerlingen is de moeilijkste meting van dit onderzoek. Binnen een practicum moet daarom ook gekeken worden naar de effectiviteit van een practicum. Millar (2010) heeft een model ontwikkeld (tabel 1) met precies dat doel, achterhalen of leerlingen van practica leren en op welk niveau ze dit doen, waarbij level 1 binnen het domein van de observaties voornamelijk een succesvolle kennismaking met apparatuur omvat en level 2 binnen het domein van de ideeën echt betekent dat leerlingen in staat zijn vaardigheden en kennis van practica te kunnen verbinden met wetenschappelijke theorie.

Tabel 1. Model om de effectiviteit van praktisch werk te beoordelen (Millar, 2010)

Een opdracht is effectief	Domein van de observaties	Domein van de ideeën
Bij level 1 (wat leerlingen doen)	Als leerlingen de apparatuur kunnen klaarzetten en bedienen op de manier die de docent heeft bedoelt	Als de leerling kan nadenken over de opdracht gebruik makend van de wetenschappelijke concepten en vocabulaire zoals bedoelt door de docent

Bij level 2 (wat leerlingen leren)	Als leerlingen patronen kunnen ontdekken binnen hun observaties/data en deze patronen de volgende keer kunnen toepassen bij een volgend practicum met vergelijkbare apparatuur die ze dan zelf kunnen opzetten	Als leerlingen de observaties/data begrijpen op een niveau waaraan ze deze kunnen verbinden met de wetenschappelijke noties en vocabulaire die de docent bedoelt, met de juiste wetenschappelijke theorie
---	--	---

Een mogelijke interventie in deze voortdurende cyclus van elk jaar dezelfde practica en ook hetzelfde type practicum met dezelfde leerdoelen wordt gegeven door Millar (2010), met een cursus voor docenten om kritisch naar hun eigen practica te kijken, genaamd 'Getting Practical'. Millar (2010) geeft hierin aan dat het hoofddoel van practica het linken van observaties en wetenschappelijke theorie is en dat docenten zich van dat hoofddoel bewuster moeten zijn, hierin moeten zaken als reflectie op practica en het testen van eventueel behaalde leerdoelen van leerlingen een centrale rol spelen. In paragraaf 2.3 en hoofdstuk 3 zal hier verder op ingegaan worden.

2.3 Bepalen van de effectiviteit van een interventie: Getting Practical

Getting Practical is eigenlijk een interventie die gezien kan worden als professionalisering van de docent om zo het leren van leerlingen te verbeteren. Onderzoek wijst uit dat het helemaal niet vanzelfsprekend is dat professionele ontwikkeling van docenten automatisch leidt tot leerresultaten bij leerlingen (Fullan, 2007; Guskey, 1999, 2002b). Ontwikkeling bij docenten moet zorgvuldig en kritisch toegepast worden om specifieke doelen na te streven die naderhand met leerlingen geëvalueerd moeten worden. Dit is iets dat moeilijk te meten is, zoals ook Abrahams and Reiss (2012) al ondervonden bij hun onderzoek naar 'Level 2 Effectiveness', te zien in figuur 2. Guskey and Sparks (2004) geven aan dat er een grote hoeveelheid aspecten een rol spelen wanneer men leeruitkomsten van leerlingen wil verbeteren door professionele ontwikkeling van docenten. Aspecten die meespelen zijn: Beleid, kennis en vaardigheden van schoolleiders, rol van de ouders, beschikbaarheid van materialen en ondersteuning, coaching en evaluatie van processen binnen de school en meer (Fullan, 2007; Guskey & Sparks, 2004). Een belangrijk aspect hiervan is echter de volgende quote binnen hun onderzoek:

'The relationship between professional development and improvements in student learning is complex but not chaotic or random.'

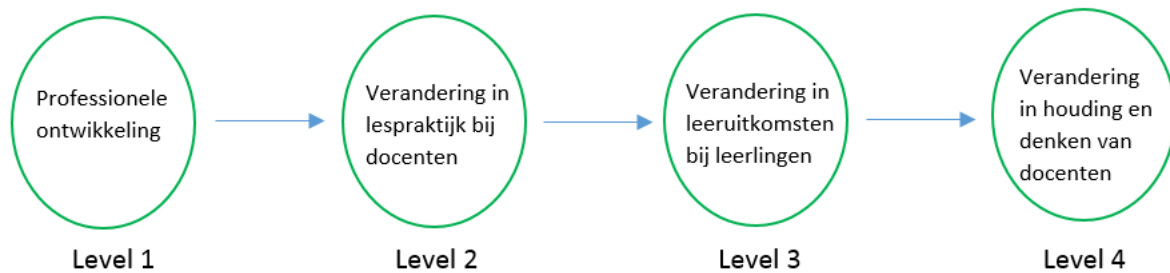
Guskey and Sparks (2004)

Dit betekent dat er wel degelijk een vast te stellen link bestaat tussen de professionele ontwikkeling van docenten en een verandering in leeruitkomsten van leerlingen en dat daarmee in dit onderzoek ook de uiteindelijk effectiviteit van Getting Practical als interventie vastgesteld kan worden. Guskey (2002b) geeft hierin aan dat vaak gedacht wordt dat de volgorde van verandering in het onderwijs t.a.v. professionele ontwikkeling van docenten als volgt verloopt:

1. Professionele ontwikkeling van docenten middels scholing etc..
2. Docenten passen hun houding en denkconcepten aan t.a.v. hun onderwijs
3. Docenten veranderen hun dagelijkse praktijk in de lessen
4. Verandering van de leeruitkomsten bij leerlingen.

Guskey (2002b) bestrijdt dit model echter en geeft aan dat blijkt dat onderdeel twee eigenlijk vaak pas helemaal aan het einde wordt aangepast, nadat docenten daadwerkelijk een positieve verandering in leeruitkomsten bij leerlingen hebben vastgesteld. Het voorgaande model is gebaseerd op een tijdelijke verandering van de dagelijkse praktijk van docenten die zou moeten leiden tot een

permanente verandering van de leeruitkomsten van leerlingen, terwijl Guskey eigenlijk zegt dat een tijdelijke verandering bij een docent kan leiden tot verandering in het klaslokaal die verbeterde leeruitkomsten voor leerling oplevert. Hierna zal de docent zijn dagelijkse praktijk pas langdurig aanpassen. Het model moet er dan ook uitzien zoals in figuur 3.



Figuur 3. Verloop van professionele ontwikkeling van docenten tot permanente verbetering in leeruitkomsten bij leerlingen (Guskey, 2002b)

Figuur 3 laat zien dat een permanente verbetering van leeruitkomsten van leerlingen (level 3) pas zal optreden wanneer er een permanente verandering heeft plaatsgevonden bij de dagelijkse praktijk van docenten. De echte verandering treedt dus niet op bij de professionele ontwikkeling van docenten, maar pas na de succeservaring bij de leeruitkomsten van leerlingen zullen docenten een verandering in hun dagelijkse praktijk langdurig toepassen. De aard van onderwijsverandering op docentniveau en specifiek bij practica is uiteengezet in deze paragraaf en daarna is ook gekeken naar de mogelijkheid om daadwerkelijk positieve verandering in de leeruitkomsten bij leerlingen te bewerkstelligen.

De onderzoeksvragen worden behandeld in de volgende paragraaf.

2.4 Onderzoeksdoel en -vragen

Er is een probleem uiteengezet in de inleiding aangaande de problematiek bij de overgang van de derde naar de vierde klas. Aangezien deze problematiek speelt op het CCS en er daarnaast ook problemen worden geconstateerd aangaande het niet beheersen van praktische vaardigheden in de vierde klas die leerlingen wel zouden moeten hebben, is de focus in dit onderzoek gelegd op praktische vaardigheden. Daarmee wordt een klein onderdeel van de overgang van de derde naar de vierde klas onderzocht. Het startpunt van dit onderzoek bestaat uit het opstellen van onderzoeksvragen om een gericht doel van het onderzoek te formuleren. Doelstelling van het onderzoek is het beantwoorden van de onderzoeksvragen. De volgende hoofdvraag beslaat ook het hoofddoel van dit onderzoek.

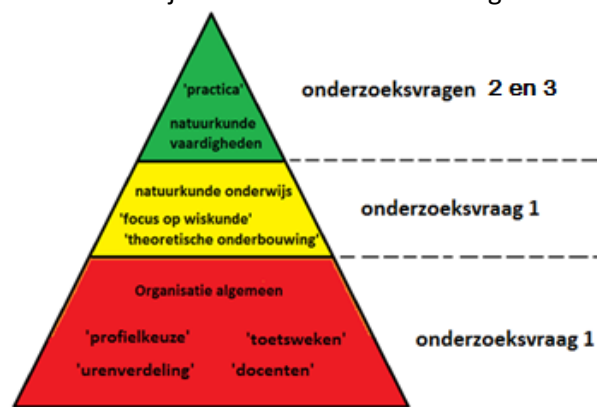
Hoe kunnen practica bij natuurkunde op het Carmel College Salland aangepast worden om de vermeende kloof tussen de derde en de vierde klas op het havo en vwo te verkleinen t.a.v. het examendomein A: Vaardigheden?

Het onderzoek is opgedeeld in kleinere deelonderzoeken met de volgende vragen.

1. *Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen de derde en vierde klas bij natuurkunde?*
 - a. *Ervaren leerlingen een kloof tussen het natuurkunde onderwijs in de derde en vierde klas?*
 - b. *Welke redenen zijn er om een eventueel verschil te kunnen verklaren?*
2. *In hoeverre ervaren docenten en leerlingen t.a.v. NiNa domein A: Vaardigheden in de derde en vierde klas verschil m.b.t. leeruitkomsten?*
 - a. *Hoe wordt dit ervaren binnen de vakgroep natuurkunde?*
 - b. *In hoeverre zijn leerlingen zich in de vierde en vijfde klas bewust van de geleerde vaardigheden in de onderbouw?*

3. *Hoe kunnen de gezamenlijke ervaringen en percepties van leerlingen en docenten gebruikt worden om tot een onderwijskundige verbetering te komen t.a.v. het domein vaardigheden bij natuurkunde?*
 - a. *Heeft Getting Practical als interventie effect op het enthousiasme van docenten t.a.v. praktica en praktische vaardigheden?*
 - b. *Heeft Getting Practical als interventie effect op de praktica die door docenten gegeven worden?*
 - c. *Heeft Getting Practical als interventie een (langdurig) effect in het lesgeven van docenten?*
 - d. *Heeft Getting Practical als interventie effect op de leeruitkomsten van leerlingen?*

In figuur 4 is een visualisatie van de verschillende onderdelen die te maken hebben met dit onderzoek binnen het onderwijs op het CCS en de bijbehorende onderzoeksvragen.



Figuur 4. Visualisatie van onderzoeksvragen en bijbehorende aspecten binnen de school

Verschillende begrippen die van belang zijn binnen de onderzoeksvragen staan tussen aanhalingstekens vermeld, hoewel dit niet een weergave is van alle begrippen die een essentiële rol spelen binnen dit onderzoek. Voor een piramidevorm is gekozen in figuur 4 vanwege het feit dat de deelvragen zich steeds verder toespitsen naar de rol van practica bij natuurkunde binnen het totaalplaatje van het onderwijs op het CCS.

In hoofdstuk 4 en 5 van dit verslag vindt de beantwoording van bovenstaande onderzoeksvragen plaats.

2.5 De evaluatie van onderzoeksvragen

Voor onderzoeksvragen 1 en 2 geldt dat een vragenlijst in combinatie met gesprekken binnen de vakgroep een valide methode kan zijn om de vragen te beantwoorden, maar professionele ontwikkeling bij docenten en de mate waarin er sprake is van een verandering van het onderwijs als gevolg van een interventie is niet direct uit een vragenlijst te halen. De onderzoeksvragen 3a t/m d geven aanleiding om te vragen naar de mogelijkheid om deze vragen daadwerkelijk te beantwoorden. Vandaar een wat diepgaandere zoektocht in literatuur om houvast te krijgen voor deze evaluatie.

Om een specifieke professionele ontwikkeling te evalueren bij docenten zijn er vijf evaluatiestappen die genomen moeten worden om te zien of er daadwerkelijk positieve veranderingen zijn te meten in de leeruitkomsten van leerlingen, daarna zal level 4 pas bereikt worden en is een permanente verandering opgetreden bij docenten en hun lespraktijk (Guskey, 2002a).

Dit onderzoek zal ook deze vijf evaluatiestappen zetten om Getting Practical als interventie te beoordelen. Deze vijf stappen zijn uitgezet in tabel 2. De vragen en manier van meten in tabel 2 is

aangepast naar de onderzoekssituatie van dit onderzoek. Delen van de volledige tabel van Guskey zijn daarom overgenomen en vertaald.

Tabel 2. Evaluatiestappen in het onderzoek naar de effectiviteit van Getting Practical als interventie (Guskey, 2002a)

Niveau van verandering	Welke vragen horen hierbij?	Hoe kan dit worden gemeten?
1. De reactie van deelnemers	Was het leuk? Was het interessant? Was het nuttig?	Middels het stellen van vragen en evaluatie van de Getting Practical sessies.
2. Leeruitkomsten van deelnemers	Hebben de deelnemers de vereiste informatie en vaardigheden opgenomen?	Beoordelen van gemaakt werk tijdens Getting Practical, Beoordelen van verandering/evaluatie van praktica.
3. Steun en verandering in de organisatie	Zijn successen van Getting Practical gedeeld binnen de organisatie? Is de interventie gesteund door de vakgroep?	Notulen van vergaderingen na Getting Practical sessies.
4. Toepassen van nieuwe informatie en vaardigheden van deelnemers in de praktijk	Hebben de deelnemers de nieuwe informatie en vaardigheden toegepast binnen hun dagelijkse praktijk?	Notulen van vergaderingen na Getting Practical sessies. Evalueren van aangepaste praktica na de Getting Practical sessies.
5. Verandering van leeruitkomsten bij leerlingen	Wat was de impact op leerlingen? Heeft het de leeruitkomsten van leerlingen positief beïnvloed?	Resultaten van leerlingen bij natuurkunde. Vragenlijsten (voor en na) bij leerlingen.

Tabel 2 toont de stappen die gezet moeten worden richting een succesvolle evaluatie van Getting Practical als interventie binnen het onderdeel vaardigheden bij natuurkunde op het CCS. Guskey (2002a) geeft hierbij aan dat het meten van de effectiviteit moeilijker wordt naarmate het niveau van de interventie omhoog gaat. Het meten van niveau 5, positieve uitkomsten op leeruitkomsten van leerlingen, vraagt om een significante verandering van het curriculum van leerlingen waarbij leerlingen ook gedurende minstens twee jaar voor en na de interventie gevolgd worden. Binnen dit onderzoek wordt een poging gedaan om het effect op leeruitkomsten van leerlingen na één aangepast practicum te meten, dit betekent dat niveau 5 wellicht onbereikbaar zal zijn.

De vijf niveau's van Guskey uit tabel 2 spelen een belangrijke rol binnen de opzet van dit onderzoek en zijn daarom ook terug te vinden in paragraaf 3.6 Onderzoeksmatrix, waar de belangrijkste stappen naar resultaat van dit onderzoek uiteen worden gezet.

2.6 Hypotheses aan de hand van literatuuranalyse

Verwacht wordt dat er patronen te herkennen zijn vanuit de twee perspectieven die belicht worden: docentperspectief en leerlingperspectief. Hieruit kan blijken of er eventuele gaten vallen in het derde jaar of dat leerlingen in het vierde jaar niet goed worden begeleid, maar ook of er

discrepancie is tussen de verwachtingen van leerlingen en docenten. Als opbrengst wordt verwacht een patroon te kunnen ontdekken bij zowel docenten als ook leerlingen m.b.t. de gaten in vaardigheden die kinderen hebben van de derde naar de vierde klas. Daarnaast is de verwachting dat leerlingen en docenten vinden dat de onderwijsorganisatie teveel veranderd is in de overgang naar de bovenbouw. Het laatste punt is moeilijk op te lossen aangezien dit een verandering in onderwijsstructuur vraagt, maar in gaten in kennis en vaardigheden is wel iets te doen in het onderwijs in de derde klas. Waarschijnlijk zal er dan ook een advies uitgebracht kunnen worden voor eventueel aanpassingen in de voorlichting van leerlingen over de bovenbouw of voor docenten in de benadering van dit vraagstuk richting leerlingen. Voor wat betreft vaardigheden bij natuurkunde zal dit waarschijnlijk leiden tot een advies over een mogelijke interventie binnen de gegeven practica in de derde en vierde klas. In de vakgroepvergaderingen is in schooljaar 2014/2015 en later regelmatig gesproken over de rol van practica binnen het onderwijs. Stemmen gaan op om deze practica, die al jaren worden gegeven, helemaal te evalueren. Dit kan een mooie kans zijn om ook de effectiviteit van de practica op begripvorming te behandelen. Getting Practical is hiervoor een zeer geschikt instrument en de resultaten hiervan zullen veel zeggen over de mate waarin het wenselijk is om practica aan te passen. In het volgende hoofdstuk wordt hier aan de hand van beschikbare literatuur nog dieper op ingegaan.

Deze vragen en materie spelen allemaal binnen een grotere context waarin Carmel College Salland zich extra tracht te profileren in de richting van het Bètaonderwijs. Leerlingen lijken echter over het algemeen het beeld te hebben dat een N&T profiel moeilijk is en meer van de leerlingen zal vergen dan andere profielen dat doen. Verwacht wordt dat de volgende onderwerpen voornamelijk van invloed zijn op de keuze voor natuurkunde in de bovenbouw: Docent in de onderbouw, cijfer in de onderbouw, affiniteit met bètavakken en vervolgopleiding/interesse.

Ten aanzien van vaardigheden is de verwachting dat leerlingen wel verschillende vaardigheden aangeleerd zullen krijgen in zowel de derde als de vierde klas, maar dat leerlingen zich hier niet of nauwelijks bewust van zijn en dus niet in staat zullen zijn om deze vaardigheden te herkennen in een vragenlijst.

Hypothese is daarom: Getting Practical zal een positief effect hebben op de effectiviteit van de practica die docenten geven en daarmee op het leren van leerlingen.

Hoofdstuk 3 bespreekt de onderzoeksmethoden die gekozen zijn om te komen tot het beantwoorden van de onderzoeksvragen. De resultaten volgen in hoofdstuk 4 en de conclusie, discussie en de mogelijkheden voor vervolgonderzoek in de hoofdstukken 5, 6 en 7 respectievelijk.

3 Onderzoeksmethoden

Dit hoofdstuk somt de verschillende methoden van onderzoek op. Ook zullen de redenen van het gebruik van deze methoden worden onderbouwd. De onderzoeksmethoden staan op chronologische volgorde. Aan het einde van dit hoofdstuk is een samenvatting gegeven in de vorm van een onderzoeksmatrix waarin de onderzoeksvragen worden gelinkt aan de niveaus van Guskey en de methoden van onderzoek. Paragraaf 3.6 bevat deze onderzoeksmatrix.

3.1 Onderzoekscontext Carmel College Salland

Het Carmel College Salland, sector havo/vwo, is een school van ongeveer 1450 leerlingen havo, atheneum en gymnasium. Het onderwijs is georganiseerd binnen vijf onderwijskundige teams die voornamelijk gestoeld zijn op onderbouw/bovenbouw en niveau van leerlingen, daarnaast is er één onderwijsondersteunend team. Het natuurkundeonderwijs start vanaf het derde leerjaar. In de eerste twee leerjaren krijgen leerlingen het vak Science, een samenvoeging van techniek, natuur- en scheikunde. In tabel 3 is te zien hoeveel uur natuurkunde leerlingen per leerjaar hebben.

Tabel 3. Klassen, uren en docenten voor natuurkunde binnen het CCS schooljaar 15/16

Leerjaar	Lesuren natuurkunde per week	Docenten
Derde klas	2 uur	SWR, CPS
Havo 4	3 uur	DRM, SWR, VPS
VWO 4	2 uur	BMF, VPS
Havo 5	3 uur	BMF, VPS
VWO 5	3 uur	BMF, VPS
VWO 6	2,5 uur	BMF, VPS

De vaksectie natuurkunde bestond in 2015/2016 uit 5 docenten, waarvan er één alleen les gaf in de onderbouw (CPS), drie alleen in de bovenbouw (BMF, DRM en VPS) en één in zowel onderbouw als bovenbouw (SWR). In de derde kolom van tabel 3 staan de afkortingen van de betreffende docenten vermeld.

Verder is het nog van belang te melden dat er sinds het schooljaar 2014/2015 een aantal van belang zijnde veranderingen hebben plaatsgevonden. Zo zijn derde klassen sinds dit schooljaar van 3 uur in de week naar 2 uur in de week gegaan en is er een nieuwe methode ingevoerd in de derde klas. Daarnaast is in mei 2015 de eerste lichting havo-ers geslaagd volgens het nieuwe examenprogramma: Nieuwe Natuurkunde (hierna: NiNa). Schooljaar 2015/2016 wordt het derde schooljaar waarin met het nieuwe programma in de vierde klas wordt gewerkt en zal de eerste lichting VWO-ers hun opleiding afronden volgens NiNa.

3.2 Opzet vragenlijst

In deze paragraaf staan de onderdelen van het onderzoek die te maken hebben met de opzet van de vragenlijst.

3.2.1 Semi-gestructureerde interviews leerlingen

Op basis van semi-gestructureerde interviews met groepjes van drie à vier leerlingen wordt de basis gelegd voor het opstellen van de vragenlijst voor alle vierde klas leerlingen op het Carmel College Salland met natuurkunde. De opzet van dit 'leerlingeninterview' is te zien in bijlage 2. Semigestructureerde interviews worden in sociaal onderzoek breed ingezet vanwege de mogelijkheid om zeker te zijn van benodigde basisinformatie met daarnaast de vrijheid om extra aandacht te besteden aan onderwerpen die door de geïnterviewde worden aangedragen als belangrijk (Cohen &

Crabtree, 2006). Om deze reden is dan ook in deze fase van het onderzoek gekozen voor semigestructureerde interviews.

3.2.2 Vragenlijst leerlingen (test)

Een vragenlijst is ontwikkeld voor vierde klas leerlingen havo en vwo die zich voornamelijk toespitst op de overgang van de derde naar de vierde klas bij natuurkunde, de ervaringen van de vierde klas bij natuurkunde in verhouding tot de derde bij leerlingen en enkele vragen over practicumvaardigheden die leerlingen al zouden moeten beheersen. De ontwikkeling van de vragenlijst is gebaseerd op vier elementen:

1. Ervaringen van docenten naar de overgang van de derde naar de vierde klas,
2. De semi-gestructureerde interviews met groepjes leerlingen op het CCS,
3. Bespreking van de doorlopende leerlijn binnen de vakgroep natuurkunde binnen het CCS,
4. Een test van een eerste versie van deze vragenlijst bij ongeveer 10 vierdeklassers op het CCS.

De vragenlijst bestaat voornamelijk uit gesloten vragen met positief geformuleerde stellingen. Een vierpuntsschaal (helemaal mee oneens, mee oneens, mee eens, helemaal mee eens) is als antwoordmogelijkheid genomen vanwege het feit dat leerlingen in dit geval moeten kiezen tussen een negatie of bevestiging van de stelling. Dit maakt dat leerlingen goed moeten nadenken of ze het inderdaad meer eens of meer oneens zijn met de stellingen. De stellingen zijn allemaal positief geformuleerd en hebben allemaal dezelfde antwoordmogelijkheden om ervoor te zorgen dat fouten vanwege te snel lezen dan minder voor zullen komen. Naast de gesloten vragen wordt er ook meer informatie gevraagd: 1) Leeftijd en klas leerlingen, 2) Gemiddelde cijfers derde en vierde klas, 3) Open vraag over de vaardigheden die leerlingen denken te hebben geleerd in de derde en vierde, 4) Open vraag over de reden van profielkeuze en vakkeuze natuurkunde. Mogelijk zijn er correlaties te vinden tussen bijvoorbeeld het afgeronde cijfer in de derde en in de vierde, de genoemde vaardigheden door leerlingen en de werkelijk vaardigheden behandeld. De vragenlijst zelf is te zien in bijlage 3.

De vragenlijst wordt digitaal afgenomen in de natuurkundelessen. Hierdoor zal elke aanwezige leerling de vragenlijst invullen. Het digitaal afnemen van de vragenlijst reduceert fouten en tijd in de verwerking van de resultaten. Het online platform Qualtrics is gebruikt om de vragenlijst af te nemen¹.

3.3 Onderzoek naar vermeende kloof van de derde klas naar de vierde

Uit literatuuronderzoek is gebleken dat een vermeende kloof tussen de onderbouw en de bovenbouw bij havo en vwo door verschillende onderzoeken wordt bevestigd naast dat het door docenten ook als zodanig wordt ervaren. Deze subkop bespreekt twee mogelijke methoden van benadering die in het voorgaande onderzoek niet of nauwelijks terug te vinden zijn en daarom iets kunnen toevoegen aan de analyse van de vermeende kloof.

3.3.1 Bespreking doorlopende leerlijn vakgroep natuurkunde

Binnen de vakgroep natuurkunde is gesproken over de doorlopende leerlijn van klas 1 (Science) naar de bovenbouw gesproken, welke door verschillende ontwikkelingen opnieuw tegen het licht gehouden moet worden. De aanschaf van een nieuwe methode in de derde klas voor natuurkunde en het nieuwe examenprogramma, waarvoor in 2015 de eerste havisten examen zullen doen, maken dat de doorlopende leerlijn werd bekeken. Met de gehele toenmalige vakgroep van zeven docenten is gesproken over deze leerlijn aan de hand van de verschillende domeinen binnen het examenprogramma 'Nieuwe Natuurkunde'. Van deze gesprekken is een verslag gemaakt in de vorm van een tabel te zien in bijlage 4.

¹ Qualtrics: Online Survey Software & Insight Platform, <http://www.qualtrics.com/>, 2016

3.3.2 Vergelijking toetsen derde en vierde klas bij natuurkunde

Eén van de punten die mist in het literatuur vooronderzoek is een werkelijke verklaring voor het aanzienlijke verschil in cijfers tussen de derde en vierde klas. Een mogelijke verklaring voor deze verschillen, gerapporteerd tussen de 0,5 en 1,5 punt, kan een verschil in toetsing zijn. Vandaar een analyse middels een aangepast taxonomie van Bloom zoals voorgesteld door Krathwohl (2002). Tabel 4 geeft een vertaling naar het Nederlands weer van deze aangepaste taxonomie, er is gekozen voor een aangepaste versie van deze taxonomie vanwege de mogelijkheid om niet alleen de mogelijkheden in de verschillende dimensies van het cognitieve proces te kunnen uitlichten, maar ook de verschillende dimensies van kennisverwerving te kunnen bepalen. Dit laatste ontbreekt als mogelijkheid bij de originele taxonomie van Bloom (Bloom, 1956).

Tabel 4. Aangepaste taxonomy van Bloom, ob = onderbouw, bb = bovenbouw (Krathwohl, 2002).

Dimensie van kennis	Dimensie van cognitie											
	Onthouden		Begrijpen		Toepassen		Analyseren		Evalueren		Creëren	
	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb	Ob	bb
Kennis van feiten												
Kennis van concepten												
Kennis van procedures												
Metacognitieve kennis												

Tabel 4 zal voor twee onderbouwproefwerken (2x klas 3) en twee bovenbouw (1x havo 4 en 1x vwo4) ingevuld worden. Voor elk punt dat in het desbetreffende proefwerk te halen was wordt er een kruisje gezet in één van de 24 vakjes. Zodoende krijgt men een algemeen beeld van de verhouding tussen de verschillende kennis- en cognitiedimensies binnen één proefwerk en daarmee ook tussen proefwerken die vergeleken worden. De vier proefwerken zijn allemaal gemaakt door docenten op het Carmel College Salland en kunnen beschouwd worden als typische proefwerken voor de jaarlaag. Alle vier de proefwerken gaan over het onderwerp 'Elektriciteit', dit om eventuele variaties in de manier van testen bij verschillende onderwerpen uit te sluiten als variabele in de analyse. Wanneer een groot verschil te zien is in de toetsing in onderbouw en bovenbouw volgens de taxonomie van Tabel 4, dan duidt dit op een duidelijk verschil in manier van toetsen t.a.v. de cognitie en kennisdimensie, waaruit eventuele grote verschillen in cijfers tussen onderbouw en bovenbouw verklaard kunnen worden. De toets wordt geanalyseerd door elk te behalen punt in het proefwerk in de matrix te plaatsen, zo kan gekeken worden hoeveel punten er per onderdeel van de matrix te behalen waren voor het proefwerk.

3.3.3 Vergelijk van gegevens van leerlingen over de overgang van 3^e naar 4^e klas

In de vragenlijst die aan het einde van de vierde klas is afgenomen (pre-test) zijn een aantal vragen opgenomen die informatie geven over de overgang van de onderbouw naar de bovenbouw, voor havo/vwo is dit de overgang van de derde naar de vierde klas. De vragenlijst afgenomen in de vierde klas is te zien in bijlage 3. De volgende onderdelen zijn in de vragenlijst (pre-test) opgenomen aangaande de overgang van de derde naar de vierde klas:

- Eindcijfers derde klas (Q5) en vierde klas (Q10),

- Invloed van het profielkeuzetraject (Q4),
- Invloed van docenten/vervolgopleiding/interesse in de derde klas op de keuze voor natuurkunde (Q4, Q6, Q8 en Q9),

Deze onderdelen van de vragenlijst afgenomen in de vierde klas zullen worden geanalyseerd om tot een conclusie te komen aangaande verschillen tussen de derde en de vierde klas en mogelijke invloed hierop door docenten, profielkeuzetraject, vervolgopleiding, interesse etc.

3.4 Getting practical binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS

Uit het theoretisch kader is gebleken dat de methode 'Getting practical' een mogelijke interventie kan zijn om t.a.v. het onderdeel vaardigheden een structurele verbetering in practicumvaardigheden en een verbetering van de leeruitkomsten kan opleveren voor leerlingen. Getting Practical kan ertoe bijdragen dat practica effectiever worden ingezet. Getting practical is dan ook uitgevoerd op het CCS waarna op verschillende niveaus is gekeken of er veranderingen optreden binnen de onderwijssituatie.

3.4.1 Geven van methode 'Getting practical' op het CCS

Het geven van Getting Practical is aangepast naar de huidige onderzoekssituatie, de gebruikte presentaties zijn te zien in bijlagen 5. Volgens het tijdsschema van tabel 5 is Getting Practical binnen de vakgroep geïntroduceerd.

Tabel 5. Tijdsschema Getting Practical op het CCS

Periode	Beschikbare tijd	Activiteiten
Oktober 2015	3 uur	Bijeenkomsten 1 & 2 Waarom doen we praktisch werk? Ijsbreker Categoriseren van de doelen van praktisch werk Audit praktische activiteiten Reflectie op eigen praktische activiteiten
December 2015	3 uur	Bijeenkomsten 3 & 4 Aanpassingen practica en nadenken hierover volgens VUE model SMART doelen stellen voor practica Discussie over de rol van practica binnen NA vakgroep

Van deze bijeenkomsten zijn notulen bijgehouden en notities gemaakt van de discussies tussen de collega's. Daarnaast zijn beide bijeenkomsten geëvalueerd. Bijeenkomsten 1 en 2 zijn geëvalueerd aan het begin van bijeenkomst 3 en 4. Bijeenkomsten 3 en 4 zijn geëvalueerd in de eerstvolgende vakgroepvergadering van natuurkunde. Vanuit deze notulen, notities en evaluaties kunnen de ervaringen van docenten beschreven worden, hier kan mogelijk Guskey niveau 1 bewezen worden en wanneer docenten daadwerkelijk materiaal hebben aangepast ook niveau 2.

3.4.2 Vergelijken van practica voor en na 'Getting Practical'

Een belangrijke rol binnen bijeenkomst 3 en 4 van Getting Practical wordt ingenomen door het daadwerkelijk aanpassen van een practicum dat is geanalyseerd in bijeenkomst 1 en 2. De aangepaste practica worden vergeleken met de oude practica en zodoende kan een analyse hiervan leiden tot een conclusie ten aanzien van niveau 2 van Guskey. De practica zijn geanalyseerd middels

de groene en blauwe formulieren, zie het tweede deel van bijlage 5, gebruikt bij Getting Practical. De Getting Practical cursus is afgeleid van de eerder besproken theorie en is een cursus die al bestond, maar is aangepast naar de situatie op het CCS. Aan de hand van practicumdoelstellingen kan er met de formulieren een beeld worden geschetst van een practicum om daarna te bepalen of er niet teveel doelen in één practicum verwacht worden van leerlingen, volgens de achterliggende theorie is dit iets dat vaker voorkomt. Tabel 6 laat een samenvatting van het gebruikte formulier om practica te analyseren.

Tabel 6. Samenvatting blauwe formulier gebruikt in Getting Practical

Onderdeel	Hoofddoel	Subdoel
A	Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	A1. Weergeven wat is waargenomen
		A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)
		A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen
B	Gebruik van apparatuur; uitvoeren van gangbare werkwijzen	B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen
		B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen
C	C1. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek C2. Bepaalde aspecten leren van het doen van onderzoek	C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet
		C2a. Een onderzoeksvraag stellen
		C2b. Een plan van aanpak opstellen
		C2c. Risico's evalueren
		C2d. Relevante gegevens verzamelen
		C2e. Gegevens effectief presenteren
		C2f. Gegevens verwerken en interpreteren
		C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens
		C2h. De getrokken conclusies evalueren
D	Affectieve en sociale doelen	D1. Motiveren
		D2. Actief leren
		D3. Samenwerken leren/stimuleren

Tabel 6 toont de verschillende gecategoriseerde doelen die men kan hebben bij een practicum. Docenten is gevraagd een eigen practicum te analyseren aan de hand van dit formulier

door het zetten van kruisjes bij de verschillende subdoelen. Een kruisje werd gezet als een practicumdoel onderdeel was van het betreffende practicum.

3.4.3 Uitvoeren practica na 'Getting Practical'

BMF heeft een practicum aangepast tijdens de Getting Practical bijeenkomsten. Dit practicum zal gegeven worden aan de drie klassen natuurkunde vwo 5 op het CCS, waarna de vragenlijsten opnieuw afgenomen zullen worden bij de leerlingen, de eerste keer dat deze werden afgenomen zaten deze leerlingen nog in de vierde klas. Daarnaast zal ook een korte evaluatie plaatsvinden door de docent die het practicum heeft afgenomen, de heer BMF. De analyse van dit practicum door de docent samen met het daadwerkelijk aangepaste practicum kunnen informatie verschaffen over het wel of niet bereiken van Guskey niveau 4.

Een tweede punt van Getting Practical is het effect dat de cursus heeft op het programma bij natuurkunde en in de onderbouw. De bijeenkomsten zelf kunnen als effect hebben dat het onderdeel vaardigheden vaker op de agenda komt binnen de vakgroep en daarnaast ook als speerpunt kan worden gezien t.a.v. de vakinhoudelijk verbetering van de vakgroep. Effecten op dit niveau kunnen worden geclassificeerd als veranderingen van de organisatie als gevolg van de 'interventie' Getting Practical en kunnen daarom worden beschouwt als een verandering van Guskey niveau 3.

3.5 Analyse vragenlijst

De vragenlijst bevat verschillende typen vragen die zijn gesteld om verschillende dingen te onderzoeken. Enkele van deze aspecten zijn:

- Invloed van profielkeuzeprogramma op de keuze voor natuurkunde in de derde klas,
- Invloed van docent op de keuze voor natuurkunde in de derde klas,
- Invloed van mogelijkheden bij een profiel in bijvoorbeeld vervolgonderwijs op de keuze voor natuurkunde,
- Cijfers in derde en vierde klas voor natuurkunde,
- Eigen ervaring van leerlingen t.a.v. de overgang van de derde naar de vierde klas,
- Kennis over vaardigheden,
- Stellingen ten aanzien van vaardigheden.

Deze onderdelen worden in de volgende sub-paragrafen besproken en daarnaast in de onderzoeksmatrix van paragraaf 3.6 weergegeven en gelinkt aan de onderzoeksvragen van hoofdstuk 2.

3.5.1 Analyse van open vragen t.a.v. vaardigheden

In de vragenlijst wordt bij Q11 de vraag gesteld: Noem minstens drie vaardigheden die je leert bij natuurkunde, omschrijf een vaardigheid in één woord. De gegeven antwoorden worden gecodeerd volgens de syllabus onder A Vaardigheden. Zodoende kan er gekeken worden hoeveel vaardigheden genoemd worden in de vierde klas (pre-test) en hoeveel dezelfde vaardigheden genoemd worden halverwege de vijfde klas (post-test) na de interventie Getting Practical.

3.5.2 Statistische analyse vragenlijst

De vragenlijst afgenomen bij de vierde en vijfde klas leerlingen zal worden geanalyseerd met behulp van het programma SPSS 16 (Ad, 2009). Significante correlaties tussen onderdelen van de vragenlijst kunnen hiermee worden aangetoond, zodat een helder beeld verkregen kan worden van relevante onderwerpen t.a.v. het effect van Getting Practical dat is toegepast tussen de pre-test en de post-test van dit onderzoek in. Resultaten zullen vanuit het perspectief van leerlingen wel of geen

statistisch betrouwbare verandering opleveren. Tabel 7 geeft de verschillende geteste pre- en post-test antwoorden weer, met havo als controlegroep.

Tabel 7. Matrix waarin de vergelijking tussen pre- en post-test worden weergegeven

	Havo (controlegroep)		Vwo (testgroep)	
Overkoepelende vraag	Pre-test vragen	Post-test vragen	Pre-test vragen	Post-test vragen
Heeft Getting practical positief effect gehad op de mening over het vak natuurkunde?	4.3	4.3	4.3	4.3
	4.4	4.4	4.4	4.4
Heeft Getting practical een positief effect gehad op de vermeende vaardigheden bij praktisch werk van leerlingen?	13.1	21.1	13.1	21.1
	13.2	21.2	13.2	21.2
	13.3	21.3	13.3	21.3
	13.4	21.4	13.4	21.4
	13.5	21.5	13.5	21.5
	13.6	21.6	13.6	21.6
	13.7	21.7	13.7	21.7
	13.8	21.8	13.8	21.8
	13.9	21.9	13.9	21.9

Middels een T-test in SPSS zal worden onderzocht of de antwoorden op de verschillende vragen in de pre-test in vergelijking tot de post-test significant afwijken. Havo wordt als controlegroep gebruikt aangezien deze groep geen Getting Practical interventie hebben gehad.

3.5.3 Analyse vakinhoudelijk meerkeuzevragen t.a.v. vaardigheden

Aan het einde van de vragenlijst (pre en post) zijn een drietal meerkeuzevragen gesteld die drie vaardigheden representeren. Deze vaardigheden zijn: Kennis van het begrip multimeter, het omschrijven van een kwadratische formule en het herkennen van een versnelling in een (x,t)-diagram. Van elk van deze onderdelen is ook gevraagd in welke periode van hun schooltijd deze vaardigheid is opgedaan, zodat er gekeken kan worden of leerlingen zich bewust zijn van de periode waarin die vaardigheden aangeleerd zijn. Deze gegevens worden vergeleken met de jaarprogramma's van de verschillende jaarlagen op het CCS natuurkunde (en onderbouw science). De jaarprogramma's van de derde en vierde klas uit schooljaar 2014-2015 zijn weergegeven in bijlagen 6 en 7. Als leerlingen in groten getale niet het juiste jaar weten te noemen waarin zij een bepaalde vaardigheid geleerd zouden moeten hebben kan dit twee dingen betekenen: 1) Leerlingen hebben deze vaardigheden in dat jaar niet geleerd, terwijl dat volgens het jaarplan van de bedoeling was, 2) Leerlingen zijn zich niet bewust van hun leerproces in deze.

3.6 Afname van de vragenlijsten

Deze paragraaf geeft kort weer hoe de vragenlijsten zijn afgenomen bij dezelfde leerlingen, waarbij de pre-test aan het einde van de 4^e klas werd afgenomen en de post-test halverwege de 5^e klas, een half jaar later.

3.6.1 Vragenlijst leerlingen (pre – 'Getting Practical' –test)

Een vragenlijst is opgesteld aan de hand van semi-gestructureerde interviews met groepjes leerlingen en gesprekken binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS. De vragenlijst is op papier als test afgenomen en daarna enigszins verbeterd. Uit de test bleek dat leerlingen ongeveer 10 minuten over de vragenlijst doen, uit gesprekken met de leerlingen van de test (10 leerlingen) bleek dat de vragen duidelijk waren en dat leerlingen de vragen ook naar wens konden invullen. Enkele kleine

aanpassingen aan de vragenlijst zijn gedaan, maar deze waren minimaal. De definitieve vragenlijst is afgenomen aan het einde van schooljaar 2014-2015 in de vierde klas bij twee klassen vwo 4 en drie klassen havo 4. De leerlingen beschikten op dat moment niet over laptops of andere devices waardoor de vragenlijsten in een computerlokaal bij leerlingen werden afgenomen. De vragenlijsten werden via het programma Qualtrics² afgenomen. De vragenlijst en de resultaten daarvan worden in dit verslag vanaf nu de 'pre-test' genoemd.

3.6.2 Vragenlijst leerlingen (post-'Getting Practical' -test)

Dezelfde vragenlijst als bij de pre-test zal nu worden afgenomen als post-test na afloop van de interventie Getting Practical. Het gaat hier om dezelfde populatie leerlingen aangezien de leerlingen van de 4^e klas inmiddels doorgestroomd zijn naar de 5^e klas waar de vragenlijst nu nog een keer wordt afgenomen. Bij de havo heeft geen interventie plaatsgevonden, waardoor de havo 5 leerlingen als controlegroep genomen kunnen worden. Enkele kanttekeningen zijn hier nodig omdat een havo 5 klas niet direct lijkt op een vwo 5 klas. De post-test werd afgenomen in het midden van een verbouwing, computerlokalen waren tijdelijk niet beschikbaar, waardoor de post-test is afgenomen door een mail te sturen naar alle vijfde klas leerlingen met het verzoek de vragenlijst in te vullen. Dit heeft tot gevolg dat het aantal leerlingen dat de vragenlijst heeft ingevuld bij de post-test lager ligt en dat er eventueel een bias te vinden is in het feit dat nu alleen leerlingen die netjes hun mail hebben bekeken en daarmee dan ook iets doen de vragenlijst hebben ingevuld.

² Qualtrics: Online Survey Software & Insight Platform, <http://www.qualtrics.com/>, 2016

3.7 Onderzoeksmatrix

Onderzoeksvraag	Subonderdeel onderzoeksvraag	Niveau van Guskey	Methode	Resultaten
1. Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen de derde en vierde klas bij natuurkunde?	<i>a. Ervaren leerlingen een kloof tussen het natuurkunde onderwijs in de derde en vierde klas?</i>	nvt	Vragenlijst eind 4 ^e klas	H4.4.2
	<i>b. Welke redenen zijn er om een eventueel verschil te kunnen verklaren?</i>	nvt	Verschil uit literatuur vergelijken Toetsanalyse 3 ^e vs. 4 ^e klas	H4.2.1 H4.2.2
2. In hoeverre ervaren docenten en leerlingen t.a.v. NiNa domein A: Vaardigheden in de derde en vierde klas verschil m.b.t. leeruitkomsten?	<i>a. Hoe wordt dit ervaren binnen de vakgroep natuurkunde?</i>	nvt	Analyse notulen vakgroepvergaderingen	H4.1.2
	<i>b. In hoeverre zijn leerlingen zich in de vierde en vijfde klas bewust van de geleerde vaardigheden in de onderbouw?</i>	nvt	Vragenlijst eind 4 ^e klas middels vakinhoudelijke vragen	H4.4.1 H4.4.3
3. Hoe kunnen de gezamenlijke ervaringen en percepties van leerlingen en docenten gebruikt worden om tot een onderwijskundige verbetering te komen t.a.v. het domein vaardigheden bij natuurkunde?	<i>a. Heeft Getting Practical als interventie effect op het enthousiasme van docenten t.a.v. practica en praktische vaardigheden?</i>	1	Analyse bijeenkomsten Getting Practical + evaluaties in vakgroep	H4.3.1
	<i>b. Heeft Getting Practical als interventie effect op de practica die door docenten gegeven worden?</i>	2 en 4	Analyse aangepast practica tijdens Getting Practical	H4.3.2 H4.3.3
	<i>c. Heeft Getting Practical als interventie een (langdurig) effect in het lesgeven van docenten?</i>	3 en 4	Analyse aangepast practica tijdens Getting Practical Analyse verandering binnen de vakgroep	H4.3.2 H4.3.3
	<i>d. Heeft Getting Practical als interventie effect op de leeruitkomsten van leerlingen?</i>	5	Vragenlijst eind 4 ^e klas (pre-test) Vragenlijst halverwege 5 ^e klas (post-test)	H4.4.2 H4.4.3

4 Resultaten

Dit hoofdstuk geeft de resultaten van de verschillende invalshoeken van onderzoek binnen dit verslag. De nummering en naamgeving van de paragrafen corresponderen met die in hoofdstuk 3: Onderzoeksmethoden.

4.1 Opzet vragenlijst

In deze paragraaf worden de resultaten besproken die hebben geleid tot het maken van de vragenlijst uit bijlage 3.

4.1.1 Resultaten semi-gestructureerde interviews leerlingen

De aantekening van de semi-gestructureerde interviews met leerlingen van de vierde klas is te vinden in bijlage 8. De uitkomsten van de interviews en van de ervaringen in de klas in gesprekken met leerlingen is meegenomen met het opzetten van de vragenlijst die te vinden is in bijlage 3. Tabel 8 laat de uitkomsten van deze semi-gestructureerde interviews zien als een samenvatting van de belangrijkste begrippen. In bijlage 8 staat twee interviews met groepjes gegeven als voorbeeld. In totaal zijn er 4 groepen van 3 à 4 leerlingen geïnterviewd.

Tabel 8. Resultaten semi-gestructureerde interviews met groepjes leerlingen ter voorbereiding op het samenstellen van de vragenlijst uit bijlage 3

Onderdeel	Gestelde vragen	Antwoorden en opmerkingen leerlingen
Overgang naar vierde klas	Wat vind je van het profielkeuzeprogramma?	Er zijn geen gesprekken met de decaan geweest, alleen op persoonlijk verzoek. Programma is wel fijn omdat je meer informatie krijgt over de bovenbouw. Graag meer informatie over de verandering van de moeilijkheid van vakken, hier ervaren we een groot verschil.
	Komen de meeste leerlingen bij het juiste profiel terecht?	Ja, 13 van de 14 leerlingen geven aan van wel.
	Denk je dat er veel verandert bij natuurkunde van de derde naar de vierde klas?	Ja, de stof is vooral veel moeilijker. Het gaat wel om dezelfde onderwerpen, maar in de vierde is alles veel moeilijker dan in de derde. Het toepassen van formules is veel moeilijker.
Overgang vaardigheden van derde klas naar vierde klas	Hoe worden vaardigheden bij natuurkunde aangeleerd?	Eigenlijk alleen bij practica Practica zijn nuttig.
	Welke vaardigheden spelen in de vierde klas een voorname rol?	Rekenvaardigheden zijn vooral belangrijk.

	Als je een grote overgang ervaart, hoe zouden we dit dan kunnen verbeteren?	De stof in de derde klas is nu te makkelijk, dat zou kunnen verbeteren.
Vaardigheden bij natuurkunde	Welke vaardigheden uit deze lijst (syllabus) herken je bij natuurkunde in de derde klas?	Onderzoeken, ontwerpen, natuurwetenschappelijk instrumentarium
	Welke vaardigheden uit deze lijst (syllabus) herken je bij natuurkunde in de vierde klas?	Communiceren, reflecteren op leren, modelvorming, natuurwetenschappelijk instrumentarium, rekenvaardigheden

Uit tabel 8 valt te halen dat leerlingen het profielkeuzetraject als nuttig ervaren en dat de leerlingen daarom ook denken dat de meeste leerlingen bij het juiste profiel terecht komen. Wel wordt opgemerkt dat zij het gevoel hebben dat de stof in de vierde klas veel moeilijker is dan in de derde. Opvallend is bij de vragen over de overgang van de derde naar de vierde op het onderdeel vaardigheden dat leerlingen eigenlijk niet heel goed een antwoord wisten te formuleren, ze hadden nooit zozeer over vaardigheden nagedacht als onderdeel van de stof, maar kwamen tot de conclusie dat vaardigheden bij natuurkunde eigenlijk voornamelijk bij practica worden aangeleerd. Practica worden over het algemeen wel als nuttig ervaren. Bij de vraag of er verschillende vaardigheden in de derde en vierde klas worden gevraagd (laatste blok) wordt door leerlingen wel een verschil ervaren, in de vierde klas worden voornamelijk meer vaardigheden genoemd, terwijl dit volgens de doorlopende leerlijn uit bijlage 4 niet zo'n grote verandering zou moeten zijn.

4.1.2 Resultaten van gesprekken met docenten binnen de vakgroep natuurkunde

Bij gesprekken met docenten op informele momenten is er geconstateerd dat er wel een groot verschil wordt ervaren door leerlingen tussen natuurkunde in de onderbouw en in de bovenbouw, dat was ook de aanleiding voor dit onderzoek. Docenten geven aan dat er practicumvaardigheden missen in de vierde klas die wel werden verondersteld. Dit wordt ook bevestigd door de technisch onderwijsassistent die constateert dat bijvoorbeeld bij het elektriciteitspracticum in de vierde klas er nog continue multimeters kapot gaan vanwege het parallel aansluiten van een ampèremeter met een voeding. Dit is een vaardigheid die leerlingen in de derde klas moesten beheersen. In de vakgroepvergaderingen zijn deze zaken ook besproken, daar wordt verder op ingegaan in paragraaf 4.2.1.

4.2 Vermeende kloof tussen onderbouw (3^e klas) en bovenbouw (4^e klas)

Deze paragraaf gaat kort in op twee aspecten die een rol zouden kunnen spelen bij de overgang van de derde klas naar de vierde bij natuurkunde en die niet uit literatuur naar voren komen in hoofdstuk 2. Het eerste aspect is dat er in de vakgroep in januari 2015, zie bijlage 9, werd geconstateerd dat er eigenlijk een doorlopende leerlijn zou moeten komen voor de praktische vaardigheden. Het tweede is dat er door leerlingen aangegeven werd dat natuurkunde in de derde klas veel moeilijker is dan in de vierde. Dit zou mogelijk kunnen liggen aan het niveau van de stof en daarmee ook het niveau van toetsing, vandaar dat er twee keer (havo en vwo) een onderbouwtoets met een bovenbouwtoets wordt vergeleken volgens de methode beschreven in paragraaf 3.2.2.

4.2.1 Bespreking doorlopende leerlijn vakgroep natuurkunde

In oktober en december 2015 is daarom besloten om binnen de vakgroep twee keer een hele middag te organiseren waarin Getting Practical centraal staat en de vier onderdelen van Getting Practical gegeven worden. In bijlage 9 zijn drie notulen te zien van vergaderingen binnen de vakgroep natuurkunde die relevant zijn binnen de context van gesprekken met natuurkundedocenten op het Carmel College Salland. Tabel 9 geeft de verschillende momenten weer waarop er over de doorlopende leerlijn van klas 1 t/m 6 is gesproken met als aanvulling de momenten waarop sprake was van overleg of concrete stappen in Getting Practical en de doorlopende leerlijn voor praktische vaardigheden.

Tabel 9. Besprekingen aangaande doorlopende leerlijn vakgroep natuurkunde

Moment	Datum	Type bespreking	Resultaat
1	2 december 2014	Studiemiddag vakgroep natuurkunde	Opstellen doorlopende leerlijn bijlage 4 Er wordt gezegd dat er eigenlijk ook een doorlopende leerlijn moet komen voor practica en praktische opdrachten
2	6 januari 2015	Vakgroepvergadering natuurkunde	Afspraak verdere invulling doorlopende leerlijn klas 1 – 6, zie bijlage 9 Doorlopende leerlijn practica staat op de agenda, zie bijlage 9
3	Einde schooljaar	Vakgroepoverleg	Afgesproken om in het nieuwe schooljaar de doorlopende leerlijn verder te ontwikkelen en te starten met leerlijn practica
4	13 oktober 2016	Vakgroepvergadering natuurkunde en science	Getting practical bijeenkomst 1, zie ook volgende paragraaf 4.3
5	10 november 2016	Vakgroepvergadering natuurkunde en science	Getting practical bijeenkomst 2, zie ook volgende paragraaf 4.3
6	2 februari 2016	Vakgroepvergadering natuurkunde	Doorlopende leerlijn practica wordt speerpunt van vakgroep richting schoolleiding
7	23 februari 2016	Vakgroepvergadering natuurkunde	Afstemming van practica binnen bètadomein wordt vast agendapunt
8	22 maart 2016	Vakgroepvergadering natuurkunde	Aan de hand van blauwe formulier Getting Practical wordt lijst van praktische vaardigheden opgesteld, zie bijlage 14
9	Oktober 2016	Vakgroepvergadering natuurkunde	De doorontwikkeling van de doorlopende leerlijn van vaardigheden bij natuurkunde wordt als vakgroepdoel omschreven binnen het vakgroepplan dat ook naar de schoolleiding is gecommuniceerd, zie bijlagen 16 en 17.

In januari 2015 wordt gesproken over de doorlopende leerlijn (bijlage 4) die is opgesteld op de studiemiddag in december 2014, daar wordt ook genoemd dat er eigenlijk ook een doorlopende leerlijn voor praktische vaardigheden moet komen. Er is daarom besloten om de Getting Practical cursus te gaan doen samen met Science (klas 1 en 2). Vanaf eind 2015 is nu de praktische doorlopende leerlijn een vast punt op de agenda samen met de planning en afstemming van practica binnen onze

bètavleugel, zie notulen feb 2016 en maart 2016. Op 22 maart 2016 is er uiteindelijk een opzet gemaakt voor een praktische doorlopende leerlijn waarvan in bijlage 10 de eerste opzet te zien is. Het eerste deel is de lijst met vaardigheden verdeeld over de practicumdoelen voorgesteld door Millar (2010). In het tweede deel moeten deze vaardigheden verdeeld worden over de verschillende jaarlagen, dit is gebeurd en uiteindelijk door de vakgroep vastgesteld aan het begin van 2017, zie bijlage 17. Genoemde aspecten geven aan de Getting Practical cursus heeft geleid tot een verandering in het nadenken van docenten en ook tot structurele aanpassingen van de organisatie binnen de vakgroep natuurkunde. De doorlopende leerlijn praktische vaardigheden en de afstemming en planning van practica is een vast punt op de agenda geworden en de ontwikkeling van een doorlopende leerlijn voor praktische vaardigheden is afgerond, maar hier wordt doorlopende kritisch naar gekeken. Dit komt overeen met een niveau 3 verandering van Guskey, zie hiervoor ook paragraaf 2.5, tabel 2. Een volgende stap voor de vakgroep zal zijn om alle bestaande practica te analyseren volgens de verkregen inzichten tijdens Getting Practical en daarna alle bestaande practica aan te passen. Dit is een proces van meerdere jaren, maar de vakgroep heeft zich hierin wel gecommitteerd middels de leerlijn praktische vaardigheden en het vakgroepplan van bijlagen 16 en 17.

4.2.2 Vergelijking van toetsen in de onderbouw en bovenbouw

Een mogelijke oorzaak voor de vermeende kloof tussen de onderbouw en bovenbouw bij natuurkunde wordt ook door leerlingen zelf genoemd: Het niveau van de stof. Een manier om te achterhalen of dit inderdaad klopt is het vergelijken van toetsen zoals uitgelegd in paragraaf 3.2.2. In tabel 10 de vergelijking van havo toetsen en in tabel 11 de vergelijking van vwo toetsen volgens de aangepaste taxonomy van Bloom. In bijlage 11 zijn de verschillende proefwerken die zijn vergeleken weergegeven.

Tabel 10. Aangepaste taxonomy van Bloom, ob = havo onderbouw, bb = havo bovenbouw (Krathwohl, 2002).

<i>HAVO-proefwerken</i>												
<i>Dimensie van kennis</i>	<i>Dimensie van cognitie</i>											
	Onthouden		Begrijpen		Toepassen		Analyseren		Evalueren		Creëren	
	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb
Kennis van feiten	4	2	2		2	1	1		-	-	-	-
Kennis van concepten	4	2	5	3	6	4	1	3	-	1	-	-
Kennis van procedures	1	1	1	3	4	4	1	1	-	1	-	-
Metacognitieve kennis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 10 laat zien dat in totaal bij het havo 3 proefwerk 32 punten te behalen was en bij het havo 4 proefwerk 27 punten. Opvallend is dat de dimensies 'metacognitieve kennis' en 'creëren' bij beide proefwerken helemaal niet voorkomen. Er is duidelijk te zien dat de twee laagste dimensies van cognitie 'onthouden' en 'begrijpen' in het derde klas proefwerk een veel prominentere rol spelen dan in het vierde klas proefwerk. Over het algemeen kan daarmee gesteld worden dat het havo 4 proefwerk wat betreft dimensie van cognitie in zijn geheel meer naar rechts opgeschoven is t.o.v. het havo 3 proefwerk, ondanks het feit dat er met het havo 4 proefwerk minder punten te behalen was. Op de as waarin de dimensie van kennis gegeven staat is geen duidelijk verschil tussen beide proefwerken te zien. Wat betreft cognitie wordt er bij de havo dus duidelijk meer van leerlingen verwacht in havo 4, dit komt overeen met de ervaringen van leerlingen zelf en lijkt daarom een belangrijk rol te spelen in het grote verschil in cijfers tussen de derde en vierde klas. In Tabel 11 zijn de resultaten voor de vergelijking tussen vwo 3 en vwo 4 te zien.

Tabel 11. Aangepaste taxonomy van Bloom, ob = vwo onderbouw, bb = vwo bovenbouw (Kathwohl, 2002).

<i>VWO-proefwerken</i>												
<i>Dimensie van kennis</i>	<i>Dimensie van cognitie</i>											
	Onthouden		Begrijpen		Toepassen		Analyseren		Evalueren		Creëren	
	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb	ob	bb
Kennis van feiten	5	3	3	2	3	1	-	2	-	-	-	-
Kennis van concepten	6	2	5	3	3	3	-	4	-	-	-	-
Kennis van procedures	5	2	2	3	3	5	-	3	-	-	-	-
Metacognitieve kennis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 11 laat zien dat in totaal bij het vwo 3 proefwerk 34 punten te behalen was en bij het vwo 4 proefwerk ook 34 punten. Opvallend is dat de dimensies 'evalueren', 'metacognitieve kennis' en 'creëren' bij beide proefwerk helemaal niet voorkomen. Ook opvallend is dat bij de havo bovenbouw evalueren wel een rol speelt in het havo 4 proefwerk, maar bij vwo 4 niet. Er is duidelijk te zien dat de twee laagste dimensies van cognitie 'onthouden' en 'begrijpen' in het derde klas proefwerk een veel prominentere rol spelen dan in het vierde klas proefwerk. De dimensie 'toepassen' is bij beide proefwerken zeer vergelijkbaar. Over het algemeen kan gesteld worden dat het vwo 4 proefwerk wat betreft dimensie van cognitie in zijn geheel meer naar rechts opgeschoven is t.o.v. het vwo 3 proefwerk. Op de as waarin de dimensie van kennis gegeven staat is geen duidelijk verschil tussen beide proefwerken te zien. Wat betreft cognitie wordt er bij het vwo dus duidelijk meer van leerlingen verwacht in vwo 4, dit komt overeen met de ervaringen van leerlingen zelf en lijkt daarom een belangrijk rol te spelen in het grote verschil in cijfers tussen de derde en vierde klas.

Aanvullend op dit resultaat was een open vraag in een vragenlijst, deze vragenlijst was geen onderdeel van dit onderzoek, over de vakkenvoorlichting bij natuurkunde: 'Wat zou je iemand in de derde klas willen meegeven bij de profielkeuze over natuurkunde?'. Bij deze vraag blijkt dat 33 van de 57 antwoorden deze open vragen aangeven dat natuurkunde in de vierde klas veel moeilijker is dan in de derde of dat er een groot verschil is in het niveau van de stof. Iets dat dus in ieder geval deels verklaard zou kunnen worden door het verschil in verwacht cognitieve-niveau van leerlingen bij proefwerken in de vierde klas.

Uit de vragenlijst (pre-test) volgt daarnaast ook dat het gemiddelde cijfer van leerlingen aan het einde van de derde klas een 7,2 was en aan het einde van de vierde klas een 6,4. Dit is vergelijkbaar met de resultaten wat betreft cijfers vanuit de literatuur waar verschillen in cijfers tussen de derde en vierde klas van 0,5-1,5 punt werden gevonden. Hoger niveau van cognitie van de stof en van de toetsen zou eveneens een goede verklaring kunnen zijn voor dit verschil.

4.3 *Getting practical binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS*

In het eerste deel van het schooljaar 2015/2016 zijn de vier Getting Practical delen gegeven op het CCS in twee sessies, zoals eerder vermeld in paragrafen 3.4 en de 4.1. Getting Practical is een mogelijke interventie om onderwijsverandering te bewerkstelligen en deze paragraaf gaat in op de resultaten van deze interventie.

4.3.1 **Uitvoering en ervaringen van docenten tijdens Getting Practical binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS**

De twee bijeenkomsten van Getting Practical worden hier uiteengezet en daarbij worden met name de ervaringen en relevante uitspraken van deelnemers (docenten natuurkunde en science CCS)

besproken. Het vak science wordt in de eerste en tweede klas gegeven en is een combinatie tussen natuurkunde en techniek.

Bijeenkomst 1, 13 oktober 2015

Bijeenkomst 1 bestaat eigenlijk uit twee delen: 1) Waarom doen we praktisch werk? 2) Evaluatie van praktisch werk. Normaliter wordt de cursus gegeven in vier bijeenkomsten, op het CCS kwam het beter uit om deze vier bijeenkomsten te reduceren tot twee langere sessies. De gehele Getting Practical cursus is gebaseerd op de literatuur van Millar en Abrahams (Abrahams & Millar, 2008; Millar, 2010), zoals ook beschreven in hoofdstuk 2. Hieronder een korte planning van de eerste bijeenkomst, die dus bestaat uit twee delen van de originele vier bijeenkomsten, PowerPoint slides zijn te vinden in bijlage 5.

- | | |
|--|-----------------|
| a. Ijsbreker | 14:30-14:45 uur |
| b. Introductie 'Getting Practical' | 14:45-15:00 uur |
| c. Waarom laten we praktisch werk doen? | 15:00-15:40 uur |
| d. Audit van praktische activiteiten: | 15:40-16:20 uur |
| i. Leerdoelen in kaart brengen | |
| e. Afsluiting en evaluatie bijeenkomst 1 | 16:20-16:25 uur |
| i. Planning volgende bijeenkomst | |
| ii. Volgende bijeenkomst gaan we eigen practica ook werkelijk aanpassen. | |

De ijsbreker, onderdeel a van de agenda, is bedoeld om deelnemers te activeren. Dit is gedaan door na te denken over enkele vragen en daarna samen discussie te voeren hierover, zie bijlage 12. Alle deelnemers hebben een huis-, tuin- en keukenvoorwerp gekregen om daar een practicum mee te bedenken als opwarmertje, enkele resultaten daarvan zijn ook te zien in bijlage 12. In onderdeel b is de literatuur omtrent practica kort besproken en bij onderdeel c is samen gesproken over het doen van praktisch werk en het nu ervan. Iedereen heeft bij zijn of haar eigen practicum doelen bedacht, deze practicumdoelen zijn aan het einde van het blok en categorieën opgedeeld. Zie bijlage 13. De deelnemers kwamen uiteindelijk gezamenlijk op vier categorieën: 1) Begrippen leren, 2) theorie leren, 3) vaardigheden leren, 4) rekenen en verwerking. De leerdoelen bij practica worden door Millar en Abrahams ook in vier categorieën opgedeeld: A) Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen, B) Inzicht in het doen van onderzoek, C) Opdoen van praktische vaardigheden en D) Affectieve en sociale doelen. Overeenkomst is dat de deelnemers ook tot vier categorieën komen, daarnaast is categorie 2 overeenkomstig met A en categorie 3 overeenkomstig met C. Onderdelen B en D kwamen wat minder uit de verf in de bijeenkomst.

Als laatste onderdeel van bijeenkomst 1 is gestart met de analyse van eigen practica, door docenten zelf meegenomen. Deze analyses zijn gedaan met behulp van de blauwe formulieren behorende bij Getting Practical en zijn te vinden in bijlage 14. In tabel 12 een beknopte samenvatting waarin de aantallen leerdoelen per categorie zijn bijgehouden.

Tabel 12. Aantal practicumdoelen geconstateerd door docenten bij bijeenkomst 1 Getting Practical

Practicum	Leerdoelen bij practica				Opmerkingen
	A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	B. Inzicht in het doen van onderzoek	C. Opdoen van praktische vaardigheden	D. Affectieve en sociale doelen	

Klas 1: Indampen en filtreren	2/3	1/2	1/9	2/3	Totaal 6 subdoelen
Klas 1: Practicumtoets dichtheid	3/3	0/2	3/9	1/3	Totaal 7 subdoelen
Klas 2: Practicum terugkaatsing	2/3	1/2	3/9	2/3	Totaal 8 subdoelen Dit was een practicum over 3 lessen.
Klas 4: Trekdroppracticum	3/3	0/2	8/9	0/3	Totaal 11 subdoelen Er is een licht onderscheid in de verwerking van het practicum bij havo en vwo
Klas 1: Water koken	1/3	1/2	4/9	2/3	Totaal 8 subdoelen
Vwo 5: Wegschieten karretje	3/3	1/2	5/9	3/3	Totaal 12 subdoelen Dit is ook het practicum dat bij vwo 5 als interventie diende

In totaal worden er 17 subdoelen weergegeven in het blauwe formulier zoals dat ook is samengevat in paragraaf 3.4.2. In tabel 12 is te zien dat de practica gegeven in klas 1 minder subdoelen bevatten dan die in de bovenbouw. Nog steeds is het echter zo dat het aantal subdoelen groot is, zeker omdat het hier allemaal gaat om practica van 50 minuten, met uitzondering van het practicum terugkaatsing. Daarnaast blijkt uit de formulieren in de meerderheid van de gevallen dat docenten niet altijd in staat zijn om aan te geven of een subdoel ook daadwerkelijk bereikt wordt. Dit komt omdat practica niet altijd geëvalueerd worden met de klas. Het uitvoeren van het practicum is daarmee een doel op zichzelf, het testen of de leerdoelen bereikt zijn wordt meestal vanwege tijdsdruk achterwege gelaten. Dit zijn allemaal zaken die ook genoemd worden in Abrahams and Millar (2008) en Millar (2010).

Bijeenkomst 2, 10 november 2015

Bijeenkomst 2 op het CCS bestond uit de laatste twee delen van de originele vier bijeenkomsten: 3) Evaluatie en vervolg op bijeenkomst 1 op het CCS, 4) Maken van actieplannen. De gehele Getting Practical cursus is gebaseerd op de literatuur van Millar en Abrahams (Abrahams & Millar, 2008; Millar, 2010), zoals ook beschreven in hoofdstuk 2. Hieronder een korte planning van de tweede bijeenkomst, PowerPoint slides zijn te vinden in bijlage 5.

- | | |
|--|-----------------|
| a. Evaluatie bijeenkomst 1 en discussie over Getting Practical | 14:30-15:00 uur |
| b. Introductie VUE model | 15:00-15:15 uur |
| c. Aanpassing van bestaande practica | 15:15-16:00 uur |
| d. Opstellen van actieplan | 16:00-16:20 uur |
| e. Afsluiting en evaluatie bijeenkomst 2 | 16:20-16:30 uur |
- iii. Hoe nu verder?

Alle aanwezigen vonden het nuttig om bij elkaars practica te kijken. Zodoende kreeg men een beeld van practica in jaarlagen die men zelf niet had en kregen bijvoorbeeld bovenbouwdocenten ook een beter beeld van practica in de onderbouw en andersom. Er werd ook aangegeven dat het eigenlijk vrij weinig voorkomt in vakgroepvergaderingen om inhoudelijk werk van elkaar te bekijken en te bespreken en dat dit alleen al een waardevolle toevoeging was van de eerste bijeenkomst. Daarnaast werd de methode van Millar/Abrahams als herkenbaar ervaren, aan het einde van bijeenkomst 1 hebben docenten de elkaars gevonden practicumdoelen proberen te categoriseren en die categorieën weken helemaal niet veel af van de categorieën die Millar/Abrahams gebruikten, hoewel de bewoording wel anders was. Dit maakte dat men zich herkende in de methode van Millar/Abrahams.

Het meest opvallende punt in het analyseren van de practica volgens Millar/Abrahams was dat iedereen zich realiseerde dat men teveel leerdoelen in één practicum wilde stoppen en dat we te weinig tijd nemen om practica met leerlingen te evalueren. Een conclusie die heeft geleid tot introspectie van de vakgroep en de manier waarop er binnen de vakgroep met practica omgegaan wordt.

Bijeenkomst 2 bestond voornamelijk uit een korte uitleg van het VUE model en dat een versie daarvan nuttig zou kunnen zijn om te hanteren voor, tijdens en na practica. Daarnaast is men bezig geweest met het actief aanpassen van in bijeenkomst 1 geanalyseerde practica. Aan het einde zijn er vervolgstappen besproken aangezien er geen bijeenkomst 3 zou komen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat niveau 1 en 2 van Guskey zijn bereikt met deze bijeenkomsten. Docenten waren enthousiast over de bijeenkomsten en de benadering van Getting Practical (niveau 1) en daarnaast hebben docenten hun eigen practica verbeterd (zie ook de volgende paragraaf) en zijn ze actief aan de slag geweest met de analyse van practica van henzelf en anderen (niveau 2 van Guskey).

In bijlage 15 zijn de notulen van de twee bijeenkomsten digitaal uitgewerkt. Uit die notulen blijkt ook uit de opmerkingen van docenten dat ze het nut van de methode Getting Practical hebben ervaren, zelf aan de slag zijn gegaan met het verbeteren van practica die ze hadden meegenomen en graag zouden zien dat er een duurzame implementatie komt van het verbeteren van practica binnen de vakgroep.

4.3.2 Vergelijk van practica voor en na Getting practical

In tabel 13 staan voor twee practica weergegeven welke verandering in leerdoelen er is bereikt wegens het gebruik maken van de methode Getting Practical.

Tabel 13. Vergelijk van twee practica waarbij de blauwe formulieren zowel voor als na de aanpassingen tijdens Getting Practical zijn ingevuld

Practicum		Leerdoelen bij practica				Opmerkingen
		A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	B. Inzicht in het doen van onderzoek	C. Opdoen van praktische vaardigheden	D. Affectieve en sociale doelen	
Klas 2: Terugkaatsing	Voor Getting Practical	2/3	1/3	3/9	2/3	
	Na Getting Practical	1/3	1/3	3/9	2/3	Kleine aanpassing, dit was een practicum van drie lessen en had al niet heel veel doelen.
Vwo 5: Wegschieten karretje	Voor Getting Practical	3/3	1/3	5/9	3/3	
	Na Getting Practical	1/3	1/3	2/9	2/3	Duidelijke vermindering van het aantal doelen.

Tabel 13 laat zien dat er wel een kleine aanpassing is geweest bij het aanpassen van het klas 2 practicum over terugkaatsing van licht, hoewel deze verandering wel minimaal was t.o.v. de versie voor Getting Practical. Het practicum dat te maken heeft met het onderdeel arbeid & energie in klas 5 (vwo) laat echter een zeer duidelijke verandering zien. De constatering na GP bijeenkomst 1 was

dat dit practicum teveel doelen bevatte voor 50 minuten. Bij het aanpassen van het practicum is dit duidelijk verminderd en is er bij deze docent duidelijke actie zichtbaar t.a.v. Guskey niveau 2.

4.3.3 Periode na de Getting Practical bijeenkomsten

Het meest belangwekkende resultaat kwam eigenlijk naar voren in de vakgroepvergaderingen na de laatste bijeenkomst van Getting Practical waarin een aantal zaken door de vakgroep werden geconstateerd:

1. Sommige van de huidige practica zijn gedateerd en bevatten teveel doelen, deze moeten worden aangepast via de handvatten van de methode Getting Practical,
2. Huidige practica worden nauwelijks met leerlingen nabesproken en geëvalueerd, het VUE model kan hierbij helpen,
3. Het is nodig om een leerlijn praktische vaardigheden bij natuurkunde van klas 1 t/m klas 6 te ontwikkelen voor een goede afstemming en opbouw in praktische vaardigheden binnen de vakgroep.

Bijlages 15, 16 en 17 laten zien dat bovenstaande conclusies ook daadwerkelijk in de jaren na de Getting Practical bijeenkomsten opgepakt en gerealiseerd. In schooljaar 2016/2017 is bij het schrijven van een nieuw vakgroepplan dit ook opgenomen in het nieuwe vakgroepplan. In bijlage 16 is daarvan het kopje te zien dat gaat over practica bij natuurkunde en het belang dat de vakgroep nu hecht aan het aanpassen van bestaande practica aan de nieuw ontwikkelde leerlijn uit bijlage 17, een proces dat nog jaren zal duren, maar waar al wel een goede start mee is gemaakt. Zowel tijdens als na de bijeenkomsten zijn docenten zelf aan de slag gegaan met het aanpassen van practica (niveau 3 van Guskey) en is er binnen de organisatie ook een structurele verandering gekomen in de aanpak en het kijken naar practica (niveau 4 van Guskey).

4.4 Analyse vragenlijst

De resultaten van de verschillende analyses toegepast op de vragenlijsten zoals vermeld in paragraaf 3.4 worden in deze paragraaf weergegeven.

4.4.1 Analyse open vragen

In een open vraag in de vragenlijst werd de leerlingen gevraagd om drie vaardigheden te noemen die ze bij natuurkunde vonden horen. Dit wordt vergeleken met de vaardigheden die leerlingen zouden moeten leren vanuit de syllabus natuurkunde domein A. Zodoende kan een beeld geschetst worden van de mate waarin leerlingen zich bewust zijn van hun einddoelen t.a.v. natuurkunde en in welke mate zij bepaalde vaardigheden herkennen als zodanig. Tabel 14 laat zien hoeveel elke van de 15 domein A vaardigheden terug te leiden was uit de antwoorden van de leerlingen.

Tabel 14. Telling van door leerlingen genoemde begrippen in relatie tot eindtermen syllabus domein A

Domein A vaardigheid	Aantal keer genoemd in pre-test (N = 103, havo + vwo)	Aantal keer genoemd in post-test (N = 46, havo + vwo)
Informatievaardigheden (zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken van informatie)	6	0
Communiceren (schriftelijk, mondeling en digitaal communiceren over natuurkunde)	2	0
Reflecteren op leren (reflectie op eigen leerproces)	0	0

Studie en beroep (op welke wijze wordt natuurkunde in beroepen toegepast)	0	0
Onderzoeken (onderzoek doen en conclusies trekken op basis van resultaten)	6	3
Ontwerpen (technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen evalueren)	1	1
Modelvorming (modelleren)	15	2
Natuurwetenschappelijk instrumentarium (instrumenten voor dataverzameling, bewerking van resultaten en rekenkundige bewerkingen gebruiken)	4	2
Waarderen en oordelen (oordeel geven op situatie in de natuur met behulp van natuurkunde)	4	1
Kennisontwikkeling en toepassing (in contexten analyseren van natuurkundige toepassingen)	7	13
Technisch-instrumentele vaardigheden (gebruik van apparatuur)	1	9
Rekenkundige en wiskundige vaardigheden	44	28
Vaktaal	0	1
Vakspecifiek gebruik van de computer	0	0
Kwantificeren en interpreteren (fysische grootheden kwantificeren en relaties leggen tussen grootheden)	1	2

Tabel 14 laat zien dat leerlingen regelmatig rekenkundige- en wiskundige vaardigheden noemen in hun antwoorden, maar dat de rest eigenlijk achter loopt. Bij de pre-test komt modelvorming (modelleren) nog met enige regelmaat voor, dit zal te maken hebben met het feit dat vwo 4 leerlingen net een module modelleren achter de rug hebben ten tijde van de pre-test. De rest van de vaardigheden uit de syllabus wordt eigenlijk nauwelijks genoemd t.o.v. het aantal respondenten. Het is niet duidelijk of dit ligt aan het onvermogen van leerlingen om deze vaardigheden te herkennen in het programma of aan het weinig expliciet benoemen van deze vaardigheden door docenten in de vierde klas. Wat in ieder geval duidelijk wordt uit tabel 14 is het feit dat leerlingen in zeer beperkte mate vaardigheden uit het examenprogramma benoemen. Een meerderheid van de antwoorden door leerlingen gegeven gaat over inhoudelijke zaken bij natuurkunde zoals bijvoorbeeld: 'krachten', 'snelheid' of 'warmte'. Geconcludeerd kan dan worden dat leerlingen niet bewust zijn meegenomen in het leerproces ten aanzien van hun vaardigheden, leerlingen weten hier namelijk zeer slecht op de evalueren.

4.4.2 Statistische analyse vermeende verandering van leerlingen

Om een beeld te geven van enkele eigenschappen van de groep leerlingen die we voor ons hebben bij de pre- en de post-test zijn er in de vragenlijst een aantal vragen gesteld t.a.v. de houding t.o.v. natuurkunde. De resultaten van deze vragen zijn te zien in de tabellen 15 t/m 17. Bij alle stellingen waren er vier keuzeropties: 1) Geheel mee oneens, 2) Mee oneens, 3) Mee eens en 4) Geheel mee eens. Een mediaan van 2.5 geeft daarom aan dat het gemiddelde van de antwoorden van leerlingen neutraal uitkomt.

Tabel 15. Analyse van de stelling: 'Ik vind natuurkunde een leuk vak'

Testgroep	Pre-test gemiddelde	Post-test gemiddelde	p
HAVO (controle)	2,45 (N=51)	2,63 (N=19)	0,774
VWO	2,73 (N=53)	2,40 (N=35)	0,022

Tabel 15 laat zien dat leerlingen van zowel havo als vwo rond het gemiddelde zitten en dus relatief neutraal zijn t.o.v. de stelling dat natuurkunde een leuk vak is. Bij vwo is van de 4^e naar de 5^e

klas een daling is te zien die significant is. Tabel 16 laat de antwoorden zien op de stelling die gaat over het nut van het vak natuurkunde.

Tabel 16. Analyse van de stelling: 'Ik vind natuurkunde een belangrijk/nuttig vak'

Testgroep	Pre-test gemiddelde	Post-test gemiddelde	p
HAVO (controle)	2,75 (N=51)	2,95 (N=19)	0,027
VWO	3,01 (N=53)	2,82(N=35)	0,020

Tabel 16 laat zien dat leerlingen enigszins positiever ten opzichte van de stelling reageren over het nut van het van dan bij tabel 15 over het enthousiasme over het vak, dit zowel bij havo als bij vwo een vergelijkbare score en ook een significant verschil. Wederom is ook te zien dat de havo groep wederom licht stijgt en de vwo groep licht daalt.

Er moeten kanttekeningen geplaatst worden bij de vergelijkbaarheid van de controlegroep (havo) en de testgroep (vwo). De post-test is gedaan halverwege het examenjaar van de havo, op het moment dat te verwachten valt dat havoleerlingen extra hun best doen richting de examenperiode, terwijl deze periode in vwo 5 juist een dip kan betekenen in motivatie en het examen voor hen nog ver weg is. De resultaten van de tabellen 15 en 16 laten een beeld zien wat met deze conclusie overeen zou kunnen komen. Daarnaast nog een kanttekening over de vergelijkbaarheid van pre-test en post-test groepen, de groepsgroottes komen namelijk niet overeen. Dit is voornamelijk een organisatorisch probleem geweest. Bij de pre-test zijn er twee volledige klassen bevraagd, met uitzondering van zieken etc. Bij de post-test was het maar mogelijk om één klas te bevragen bij de havo en bij het vwo was er een excursie waardoor meerdere leerlingen afwezig waren. Het verschil in de groepsgrootte brengt daarom niet meteen de vergelijkbaarheid van de groepen in gevaar aangezien het verschil is grootte niet door een bewuste selectie is veroorzaakt. De post-test groep is daarom nog steeds een representatieve afspiegeling van de pre-test groep. Ditzelfde geldt ook voor de analyse van tabel 17.

In tabel 17 zijn de resultaten te zien op de vragen aangaande vaardigheden bij natuurkunde. Op elke stelling zijn antwoorden gegeven volgens dezelfde keuzemogelijkheden als bij de vorige twee vragen.

Tabel 17. Analyse van vragen gerelateerd aan vermeende praktische vaardigheden die geleerd zijn bij natuurkunde

Testgroep	Bij natuurkunde heb ik het volgende geleerd in mijn huidige klas.....	Pre-test gemiddelde	Post-test gemiddelde	p
HAVO (controle)	Nieuwe rekenvaardigheden	2,84 (N=50)	2,84 (N=19)	0,425
VWO	Nieuwe rekenvaardigheden	3,24 (N=50)	3,08 (N=25)	0,007
HAVO (controle)	Vaktaal	2,64 (N=50)	2,63 (N=19)	0,735
VWO	Vaktaal	3,02 (N=50)	3,08 (N=25)	0,598
HAVO (controle)	Het uitvoeren van een practicum	2,94 (N=50)	2,84 (N=19)	0,158
VWO	Het uitvoeren van een practicum	3,14 (N=50)	3,12 (N=25)	0,464
HAVO (controle)	Het zelf bedenken van een practicum bij een onderzoeksvraag	2,60 (N=50)	2,37 (N=19)	0,978
VWO	Het zelf bedenken van een practicum bij een onderzoeksvraag	3,16 (N=50)	3,24 (N=25)	0,907
HAVO (controle)	Het gebruiken van verschillende apparaten bij practica	2,82 (N=50)	2,84 (N=19)	0,983
VWO	Het gebruiken van verschillende apparaten bij practica	2,96 (N=50)	3,12 (N=25)	0,566

HAVO (controle)	Een goed practicumverslag op de computer maken	2,66 (N=50)	2,58 (N=19)	0,946
VWO	Een goed practicumverslag op de computer maken	3,16 (N=50)	3,12 (N=25)	0,369
HAVO (controle)	Het opzoeken van informatie over natuurkunde	2,62 (N=50)	2,53 (N=19)	0,267
VWO	Het opzoeken van informatie over natuurkunde	2,82 (N=50)	2,96 (N=25)	0,002
HAVO (controle)	Het gebruiken van de computer om mijn resultaten te analyseren/begrijpen	2,52 (N=50)	2,47 (N=19)	0,125
VWO	Het gebruiken van de computer om mijn resultaten te analyseren/begrijpen	2,90 (N=50)	3,00 (N=25)	0,004
HAVO (controle)	Ik weet wat mensen in technische beroepen doen	2,16 (N=50)	2,47 (N=19)	0,865
VWO	Ik weet wat mensen in technische beroepen doen	2,62 (N=50)	2,76 (N=25)	0,170

Tabel 17 laat vele verschillen tussen de havo-groep en de vwo-groep zien, maar hiervoor zijn al twijfels getrokken over de vergelijkbaarheid van de groepen. Opvallend is dat de vwo-groep bij bijna alle vaardigheden in hogere mate aangeeft dat ze deze vaardigheden hebben geleerd bij het vak natuurkunde. Dit kan komen doordat vwo-leerlingen bewuster met hun leerproces bezig zijn, want in zowel havo als vwo is het grootste deel van de vaardigheden aan bod gekomen in het curriculum, zie bijlage 7 met het jaarprogramma van klas 4. Een significant verschil is te zien bij het vwo in een daling bij het aanleren van nieuwe rekenvaardigheden en voor wat betreft een stijging in het opzoeken van informatie en het gebruik van de computer voor analyse. De laatste twee significante verschillen zullen direct te maken hebben met het feit dat in de eerste helft van het jaar de vwo 5 klassen bezig zijn geweest met hun technisch ontwerp, waar ze inderdaad deze vaardigheden in grote mate nodig hadden. De conclusie die hieruit dan ook getrokken kan worden is dat leerlingen wel een verandering ervaren in het gebruik van vaardigheden voor en na interventie, maar dat die niets met Getting Practical te maken heeft gehad aangezien het Technisch Ontwerp geen onderdeel was van de interventie. De havo 5 groep had dit onderdeel bij de post-test nog niet gehad.

4.4.3 Analyse vakinhoudelijke vragen t.a.v. vaardigheden

Het einde van de vragenlijst bevatte drie vakinhoudelijke vragen die tot basiskennis worden gerekend in de vierde klas, daarnaast werd de leerlingen gevraagd het jaar te noemen waarin ze deze vaardigheden hebben geleerd. Als leerlingen in groten getale niet het juiste jaar weten te noemen waarin zij een bepaalde vaardigheid geleerd zouden moeten hebben kan dit twee dingen betekenen: 1) Leerlingen hebben deze vaardigheden in dat jaar niet geleerd, terwijl dat volgens het jaarplan van de bedoeling was, 2) Leerlingen zijn zich niet bewust van hun leerproces in deze. Tabel 18 laat zien wat leerlingen antwoorden wanneer zij moeten aangeven dat er een multimeter parallel aangesloten moet worden.

Tabel 18. Analyse inhoudelijke vraag over de multimeter

Pre-test aantal goede antwoorden	Pre-test welk jaar geleerd?	Post-test aantal goede antwoorden	Pre-test welk jaar geleerd?
50/100 (50%)	Eerste/tweede klas: 5,0% Tweede klas: 14 % Derde klas: 84% Vierde klas: 36%	24/42 (57%)	Eerste/tweede klas: 0,0% Tweede klas: 12 % Derde klas: 79% Vierde klas: 74%

Tabel 18 laat een lichte stijging zien van het aantal juiste antwoorden wanneer de pre- en posttest worden vergeleken, deze stijging is verwacht wanneer men bedenkt dat leerlingen inmiddels een half jaar verder zijn in hun schoolloopbaan. Daarnaast laat de tabel zien dat de meerderheid van de leerlingen, overeenkomstig met het jaarprogramma derde klas (bijlage 6), door heeft dat ze dit geleerd hebben in de derde klas.

Tabel 19 laat zien hoe leerlingen antwoorden op een meerkeuzevraag over het omschrijven van $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ naar $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$.

Tabel 19. Analyse inhoudelijke vraag formule omschrijven

Pre-test aantal goede antwoorden	Pre-test welk jaar geleerd?	Post-test aantal goede antwoorden	Pre-test welk jaar geleerd?
32/100 (32%)	Eerste/tweede klas: 3,0% Tweede klas: 5,0 % Derde klas: 29% Vierde klas: 89%	16/41 (39%)	Eerste/tweede klas: 0,0% Tweede klas: 2,0 % Derde klas: 24% Vierde klas: 73% Vijfde klas: 78%

Tabel 19 laat zien dat een minderheid van de leerlingen het omschrijven onder de knie heeft, terwijl het omschrijven van kwadratische formules toch al in de derde klas behandelt is. Er is wel een lichte stijging te zien van de vierde naar de vijfde in pre- en posttest. Een meerderheid van de leerlingen geeft ook aan dat dit onderdeel is van het vierde klas programma, terwijl dit in het derde jaar aan bod komt. Er zijn twee mogelijkheden: 1) Leerlingen hebben deze vaardigheden in dat jaar niet geleerd, terwijl dat volgens het jaarplan van de bedoeling was, 2) Leerlingen zijn zich niet bewust van hun leerproces op dit onderwerp. Beide behoren tot de mogelijkheden, want het kan zijn dat leerlingen dit onderdeel niet goed hebben geleerd en daarnaast dit als een wiskundige omschrijving zien, die enigszins losstaat van de wiskunde. In transferliteratuur is hier meer over te vinden, maar dit is niet relevant voor dit onderzoek.

Tabel 20 laat zien dat een grote meerderheid van leerlingen het goede antwoord op deze vraag wist te geven. Deze vraag liet een (x,t)-diagram zien met een kromme grafiek. Leerlingen moesten aangeven wat voor soort beweging dit was.

Tabel 20. Analyse inhoudelijk vraag over analyse (x,t)-diagram

Pre-test aantal goede antwoorden	Pre-test welk jaar geleerd?	Post-test aantal goede antwoorden	Pre-test welk jaar geleerd?
73/100 (73%)	Eerste/tweede klas: 2,0% Tweede klas: 8,0 % Derde klas: 50% Vierde klas: 76%	35/41 (85%)	Eerste/tweede klas: 0,0% Tweede klas: 0,0 % Derde klas: 39% Vierde klas: 93% Vijfde klas: 53%

De analyse van (x,t)-diagrammen is beperkt voorgekomen in het derde klas programma, maar is in het vierde klas programma voor zowel havo als vwo uitvoerig behandeld en herhaald aan het begin van het vijfde klas programma. Dit is ook goed terug te zien in de antwoorden van de

leerlingen welke bij deze vraag heel goed overeenkomen met de bestaande doorlopende leerlijn bij natuurkunde.

Eén van de aanleidingen van dit onderzoek was dat docenten in de vierde klas aangaven dat leerlingen bijvoorbeeld het aansluiten van multimeters nog niet goed onder de knie hadden, terwijl ze dat in de derde klas geleerd zouden moeten hebben. Opvallend is dat in de vijfde klas nog steeds maar een krappe meerderheid van de ondervraagde leerlingen in een plaatje kan aangeven hoe een multimeter aangesloten moet worden. De vraag over het omschrijven van de formule werd slecht gemaakt, wiskundige vaardigheden zijn daarin waarschijnlijk lastiger dan bijvoorbeeld het aansluiten van de multimeter of het analyseren van een (x,t) -diagram. Belangrijkste doel van het stellen van deze vragen aan de leerlingen was echter of de leerlingen zich zodanig bewust zijn geweest van hun eigen leerproces dat ze ook goed konden aangeven in welke jaarlaag deze vaardigheid aangeleerd is. Dit kwam bij alle vragen vrij goed overeen met de doorlopende leerlingen zoals die bij de vakgroep is afgesproken. Leerlingen lijken zich dan ook wel bewust te zijn van hun eigen leerproces aangaande het jaar en de klas waarin ze specifieke vaardigheden hebben gehad.

5 Conclusies

In dit hoofdstuk zal antwoord gegeven worden op de gestelde onderzoeksvragen uit hoofdstuk 2.4 die herhaald staan in hoofdstuk 3.7 in de onderzoeksmatrix. De structuur van dit hoofdstuk is dezelfde als de opzet van de onderzoeksvragen. Aan de hand van de drie hoofdvragen zal antwoord worden gegeven aan de hand van de uitkomsten van dit onderzoek, de deelvragen komen daarbij automatisch ook aan bod. Aan het einde van dit hoofdstuk zal besproken worden of de gestelde hypothese kan worden bevestigd.

5.1 Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen de derde en vierde klas bij natuurkunde?

Middels gesprekken in de vakgroep natuurkunde, interviews en vragenlijsten afgenomen bij leerlingen is op deze vraag een antwoord gekomen. In paragraaf 4.1 staan deze resultaten weergegeven. Zowel docenten als ook leerlingen ervaren een kloof tussen de derde en vierde klas bij natuurkunde als ook bij andere vakken. Docenten geven voornamelijk aan dat er meer van leerlingen wordt verwacht in de bovenbouw, mede vanwege de gemaakte profielkeuze van leerlingen. Leerlingen geven aan dat er een duidelijk verschil is tussen onderbouw en bovenbouw en dat ze dat niet hadden verwacht vanuit de derde klas. Een mogelijke oorzaak van dit verschil kan het verschil in verwachting van docenten zijn t.a.v. de cognitie en kennis van leerlingen. Dit is onderzocht middels het analyseren van toetsen uit de derde en vierde klas bij dezelfde onderwerpen, deze resultaten zijn weergegeven in paragraaf 4.2.2. Hieruit komt naar voren dat er meer verwacht wordt in de dimensie van de cognitie van leerlingen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat er zowel bij havo als bij vwo een vergelijkbaar resultaat uitkwam, waarin de dimensie cognitie een belangrijkere rol speelde bij toetsen, maar dat in beide gevallen een vergelijking is gemaakt van één toets in de derde klas en één toets in de vierde klas en dat dit het enige verschil is dat echt systematisch is getest aan de hand van toetsanalyse. De verdere focus van dit onderzoek lag dan ook meer richting de interventie van praktische vaardigheden.

Deze resultaten geven echter wel aan dat er in ieder geval bij het geteste onderwerp meer verwacht wordt van leerlingen op cognitiebasis. Dit verklaart dan waarschijnlijk ook de daling van het cijfer van de derde naar de vierde klas van gemiddeld 0,7. Andere mogelijke verklaringen zijn hiervoor niet onderzocht, maar in ieder geval is dit één van de verklarende aspecten van de vermeende kloof tussen de derde en vierde klas. Uit literatuur is gebleken dat de volgende zaken ook een rol spelen:

- Verschillende docenten in onderbouw en bovenbouw (tweedegraads/eerstegraads);
- Verschillen in organisatie tussen onderbouw en bovenbouw (toetsweken in de bovenbouw bijvoorbeeld);
- De verwachting van docenten die hoger is in de bovenbouw;
- De mate van verwachte autonomie van leerlingen;
- En het examenprogramma als leidraad en doel in de bovenbouw.

Deze onderdelen zijn in dit onderzoek niet onderzocht, maar komen in verschillende literatuur wel aan bod, zoals besproken in paragraaf 2.1.

5.2 In hoeverre ervaren docenten en leerlingen t.a.v. NiNa domein A: Vaardigheden in de derde en vierde klas verschil m.b.t. leeruitkomsten?

Binnen de vakgroep natuurkunde op het CCS is er in schooljaar 2015/2016 uitvoerig gesproken over de vaardigheden bij leerlingen en daarmee ook de bijbehorende practica die deze vaardigheden aan zouden moeten leren. Getting Practical is hier een belangrijke aanzet toe geweest. Een belangrijke uitkomst van de Getting Practical bijeenkomsten (zie 4.3.1) was dat docenten zelf eigenlijk niet altijd goed konden aangeven of leerlingen de beoogde vaardigheden eigenlijk wel beheersten, omdat

practica eigenlijk niet vaak geëvalueerd werden met leerlingen, een resultaat dat ook uit het onderzoek van Millar/Abrahams naar voren kwam. Daarnaast gaven docenten tijdens de Getting Practical bijeenkomsten aan dat ze het prettig vonden om eens naar practica van andere jaarlagen te kijken. Dat gaf een beter beeld van wat er eigenlijk in andere jaarlagen gebeurde. Belangrijkste conclusie was dat docenten niet goed in staat waren om verschillen in aangeleerde vaardigheden tussen de derde en vierde klas te benoemen. Dit was onder andere een aanleiding om tot een doorlopende leerlijn voor vaardigheden bij natuurkunde te komen.

Leerlingen werden ondervraagd middels een vragenlijst die kon testen of leerlingen verschillen konden benoemen tussen vaardigheden die in de derde waren aangeleerd en in de vierde. In paragraaf 4.4.3 zijn drie vragen besproken die aan leerlingen zijn gesteld t.a.v. vaardigheden, leerlingen moesten hierbij het antwoord op de vraag geven, maar ook aangeven in welk jaar ze deze vaardigheid hadden opgedaan. Hierbij viel het goede antwoord geven niet altijd mee, maar het aangeven van het jaar waarin de vaardigheid was aangeleerd ging vrij goed. Een grote meerderheid zat elke keer op het juiste jaar, zoals dat in de algemene doorlopende leerlijn van natuurkunde was aangegeven. Conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat docenten eigenlijk niet goed op hoogte zijn wat er aan vaardigheden wordt gedaan binnen verschillende jaarlagen, maar dat leerlingen dit van zichzelf wel goed weten te benoemen. De beheersing van deze 'aangeleerde' vaardigheden van leerlingen lijkt, op basis van een magere drie vragen, te wensen over te laten. Docenten weten niet goed aan te geven of leerlingen de beoogde vaardigheden bij practica wel beheersen, omdat practica meestal niet geëvalueerd worden.

5.3 Hoe kunnen de gezamenlijke ervaringen en percepties van leerlingen en docenten gebruikt worden om tot een onderwijskundige verbetering te komen t.a.v. het domein vaardigheden bij natuurkunde?

Deze onderzoeksvraag is het belangrijkste onderdeel van dit onderzoek; het verbeteren van het onderwijs. Met voorgaande twee onderzoeksvragen in paragrafen 5.1 en 5.2 is voornamelijk het huidige onderwijs geanalyseerd, in deze paragraaf zal onderzoek gepresenteerd worden waarin het doel was om het onderwijs te verbeteren. Hier zijn de niveaus van Guskey uit paragraaf 2.5 gebruikt als leidraad voor duurzame onderwijs verandering. De vijf niveaus: 1) De reactie van deelnemers, 2) Leeruitkomsten van deelnemers, 3) Steun en verandering in de organisatie, 4) Toepassen van nieuwe informatie en vaardigheden van deelnemers in de praktijk en 5) Verandering van leeruitkomsten bij leerlingen.

Middels de methode Getting Practical is beoogd een onderwijsinterventie te plegen beginnend bij het veranderen van de manieren en methodes van docenten en de vakgroep natuurkunde om uiteindelijk deze verandering op een positieve manier terug te zien bij de leeruitkomsten van leerlingen. Hieruit kan geconstateerd worden dat docenten enthousiast waren over de methode Getting Practical en de twee bijeenkomsten die daarbij hoorden (niveau 1). Deelnemende docenten van de bijeenkomsten gaven aan aan de slag te willen met hun eigen practica, omdat de methode hen aan het denken heeft gezet over het opzetten van practica en de doelen hiervan (zie 4.3.1) (niveau 2). Daarnaast is er binnen de vakgroep in een jaar tijd een doorlopende leerlijn van de eerste klas tot en met de zesde klas opgezet aangaande vaardigheden bij natuurkunde middels de methodes aangereikt door Millar en Abrahams en de doorontwikkeling van practica opgenomen in het vakgroepplan welke ook door de schoolleiding is goedgekeurd (niveau 3 en 4). Het laatste niveau is echter niet aangetoond in dit onderzoek. De periode van onderzoek was ook te kort om een structurele verbetering van leeruitkomsten bij leerlingen te kunnen meten. Er is geen specifiek onderzoek gedaan naar de leeruitkomsten van leerlingen voor en na de interventie met Getting Practical. Leerlingen is wel gevraagd om vaardigheden bij natuurkunde te noemen, maar hier was geen significant verschil te zien bij de beoogde vaardigheden voor en na de interventie, aangezien de interventie maar één practicum

behelsde over een tijdspanne van een half jaar. Langduriger onderzoek is nodig om niveau vijf te kunnen meten.

5.4 Hypothese

De gestelde hypothese 'Getting Practical zal een positief effect hebben op de effectiviteit van de practica die docenten geven en daarmee op het leren van leerlingen' is niet helemaal uitgekomen. Docenten zijn wel bewust bezig geweest met het verbeteren van practica tijdens de bijeenkomsten en practica en practicumvaardigheden zijn als vast onderdeel bij de vakgroepvergaderingen aan bod gekomen, wat ook heeft geleid tot het maken van een doorlopende leerlijn vaardigheden bij natuurkunde van klas 1 tot en met klas 6, te zien in bijlage 17. Dit is een verandering die duurzaam is geïmplementeerd in de structuur van de vakgroep en de school middels het vakgroepplan (bijlage 16), waarin het verbeteren van practica aan de hand van de methode Getting Practical is opgenomen als een speerpunt voor de toekomst. Op lange termijn is het de bedoeling dat alle bestaande practica worden herschreven met inachtneming van Getting Practical. Of de methode Getting Practical ook een positief effect heeft gehad op het leren van leerlingen moet nog blijken, maar docenten hebben hun vertrouwen uitgesproken in een verbetering van de effectiviteit van practica in de toekomst vanwege de Getting Practical bijeenkomsten. Uit dit onderzoek kon er geen conclusie getrokken worden aangaande de verbetering van leeruitkomsten bij leerlingen.

5.5 Samenvatting van conclusies a.h.v. onderzoeksmatrix

In paragraaf 3.7 is de onderzoeksmatrix gepresenteerd als samenvatting van de opzet van dit onderzoek. In deze paragraaf komt deze nog eens terug met nu ook een kort antwoord op de vragen als samenvatting van de conclusies.

Onderzoeksvraag	Subonderdeel onderzoeksvraag	Niveau van Guskey	Conclusies
1. Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen de derde en vierde klas bij natuurkunde?	<i>a. Ervaren leerlingen een kloof tussen het natuurkunde onderwijs in de derde en vierde klas?</i>	nvt	Zowel via docenten als ook via de vragenlijst geven leerlingen aan dat er wel een kloof wordt ervaren tussen derde en vierde klas.
	<i>b. Welke redenen zijn er om een eventueel verschil te kunnen verklaren?</i>	nvt	Grotere diepgang van de stof in bovenbouw en daarmee hogere dimensie van cognitie bij toetsen, anderen docenten (eerstegraads i.p.v. tweedegraads), bestaan van examenprogramma, verschil in organisatie in de bovenbouw, grotere verwachte autonomie van leerlingen in bb.
2. In hoeverre ervaren docenten en leerlingen t.a.v. NiNa domein A: Vaardigheden in de derde en vierde klas verschil m.b.t. leeruitkomsten?	<i>a. Hoe wordt dit ervaren binnen de vakgroep natuurkunde?</i>	nvt	Bij de vakgroep natuurkunde op het CCS wordt ervaren dat verwachtte vaardigheden vanuit de derde klas niet altijd aanwezig zijn. Er was bij het begin van dit onderzoek nog geen doorlopende leerlijn practica.
	<i>b. In hoeverre zijn leerlingen zich in de vierde klas bewust van de geleerde vaardigheden in de onderbouw?</i>	nvt	Leerlingen kunnen goed aangeven wanneer zij bepaalde vaardigheden aangeleerd hebben gekregen, dit komt vervolgens ook overeen met de verschillende jaarplanningen van de jaarlagen.
3. Hoe kunnen de gezamenlijke ervaringen en percepties van leerlingen en docenten gebruikt	<i>a. Heeft Getting Practical als interventie effect op het enthousiasme van docenten t.a.v. practica en praktische vaardigheden?</i>	1	Ja, docenten ervoeren de Getting Practical cursussen als interessant, nuttig en prettig.

worden om tot een onderwijskundige verbetering te komen t.a.v. het domein vaardigheden bij natuurkunde?	<i>b. Heeft Getting Practical als interventie effect op de practica die door docenten gegeven worden?</i>	2 en 4	Ja, door verschillende docenten zijn bestaande practica aangepast en binnen de vakgroep is afgesproken om op de lange termijn alle bestaande practica opnieuw langs de 'Getting Practical lat' te leggen. Daarnaast is er een doorlopende leerlijn voor practica gemaakt om de opbouw van deze vaardigheden beter in beeld te krijgen en te evalueren.
	<i>c. Heeft Getting Practical als interventie een langdurig effect in het lesgeven van docenten?</i>	3 en 4	Voor zover docenten hun bestaande practica gaan aanpassen aan hun nieuw geleerde standaard heeft dit wel dat effect. Daarnaast zullen docenten bij het maken van nieuwe practica bewuster bezig zijn met het stellen van doelen en het evalueren van deze practica met leerlingen bijvoorbeeld. Hard bewijs is er echter niet, er zal over een periode van een paar jaar gekeken moeten worden of er inderdaad structureel practica worden aangepast.
	<i>d. Heeft Getting Practical als interventie effect op de leeruitkomsten van leerlingen?</i>	5	Dit onderzoek was te kort om dit aan te tonen. Een langdurige studie van ongeveer 3 jaar is nodig voor dit bewijs.

6 Discussie

In dit hoofdstuk zal verder worden ingegaan op onderdelen van dit onderzoek die beter hadden gekund of er wordt een verklaring gegeven voor onderdeel die de indruk wekken dat ze beter hadden moeten.

6.1 *Onderzoeken masterstudenten als brononderzoek*

Een deel van het brononderzoek dat is gedaan, met name over de overgang van de derde naar de vierde klas in Nederland, betrof masteronderzoeken van studenten en dus niet gepubliceerde papers. Het doel van dit deel van het onderzoek was voornamelijk om te zien of de overgang van de derde naar de vierde klas (havo/vwo) ook elders als problematisch werd gezien. De vele onderzoeken van andere studenten over dit onderwerp geeft in ieder geval wel aan dat dit een onderwerp is dat speelt op meerdere scholen en ook bij meerdere vakken door heel Nederland. De conclusies van de masteronderzoeken zijn meegenomen als oriëntatie voor dit onderzoek, maar niet als waarheid overgenomen. In dit onderzoek zijn voornamelijk leerlingen op het CCS ondervraagd over hun mening naar deze overgang, om zelf conclusies te kunnen trekken. Daarnaast is het logisch dat het niveau van de stof omhoog gaat in de bovenbouw t.o.v. de onderbouw. Leerlingen hebben hun profiel gekozen en de vakken die ze in de bovenbouw hebben zijn specifiek ingericht om dieper op de materie in te gaan. In de onderbouw was het voor sommige leerlingen, die geen natuurkunde kozen, ook eindonderwijs en als zodanig voor alle leerlingen toegankelijk.

6.2 *Eigen rol in Getting Practical methode*

In dit onderzoek was het zo dat de persoon die de Getting Practical cursus gaf ook de onderzoek was en dat is niet ideaal. De onderzoeker is zich wel altijd bewust geweest van zijn rol in het proces en heeft zich daarom nooit in discussies gemengd tijdens de cursus. Er kan vanuit worden gegaan dat het effect van dit probleem minimaal is geweest.

6.3 *Gevalideerde vragenlijst*

Er is middels semigestructureerde interviews en een test van de vragen bij een tiental leerlingen getracht de enquête te testen en verbeteren en zo de validiteit te waarborgen. Tijdens het afnemen van de enquête zijn er geen vragen geweest van leerlingen die onderdelen niet begrepen en hebben vrijwel alle leerlingen ook alle vragen ingevuld zoals was voorgeschreven. De validiteit van de vragenlijst is daarmee enigszins geborgd en van de vragenlijst kan dan ook aangenomen worden dat deze meet wat deze bedoelt te meten.

6.4 *Sample pre-test en post-test en betrouwbaarheid vragenlijst*

Bij de pre-test was het mogelijk om alle klassen (havo 4 en vwo 5) te bevragen. Vanwege organisatorische redenen (excursies/lesuitval/drukke periode en meer) was dit niet meer mogelijk bij de post-test. Daarom konden sommige klassen de post-test niet invullen. Omdat de redenen van deze uitval bij de post-test buiten de controle van het onderzoek lag en er geen duidelijk verschillen tussen klassen waren te merken heeft het uitvallen van klassen, en daarom een niet gering aantal leerlingen, niet geleid tot onvergelykbare groepen. Het wordt natuurlijk wel lastiger significante verschillen te zien vanwege de kleine post-test groep, middels statistische analyse is het nog steeds wel mogelijk geweest om significante verschillen te meten en is de betrouwbaarheid van de uitkomsten van de analyse daarmee gewaarborgd. Bij een eventueel volgend of opvolgende onderzoek is het van belang de planning ruim van te voren te bespreken met alle betrokken docenten en te vergelijken met de jaarplanning van de klassen om deze situaties te voorkomen waarin er een veel kleiner aantal leerlingen wordt ondervraagd tijdens de post-test.

6.5 *Vergelijkbaarheid controlegroep (havo) en testgroep (vwo)*

In de vragenlijst is bewust gekozen om naar onderwerpen te vragen die voor het examenprogramma havo of vwo geen grote verschillen bevatten. Dit is het geval voor de vaardigheden in de syllabus, maar ook voor de behandelde onderwerpen bij de inhoudelijk vragen. Dit zijn allemaal vragen geweest die voor zowel havo leerlingen als ook vwo'ers goed te beantwoorden moeten zijn geweest. Desalniettemin zijn er natuurlijk verschillen tussen havo- en vwo leerlingen die maken dat de keuze van controlegroep en testgroep beter op een andere manier had kunnen plaatsvinden. Ook dit is iets dat binnen de organisatie van klassen lastig te bereiken is. Een oplossing zou kunnen zijn om iedere klas te splitsen in een controle- en testgroep, maar docenten zijn over het algemeen niet blij met een verschillend aanbod van stof in klassen. Ditzelfde geldt ook als één van de vwo klassen bijvoorbeeld bepaalde practica wel doen en andere klassen niet. De beste oplossing was achteraf geweest om alle leerlingen dezelfde stof te laten doorlopen, maar willekeurig gekozen leerlingen de verbeterde versie van het practicum voor te schotelen, terwijl andere (controlegroep) nog de oude versie van het practicum doorlopen. Verschillen die dan te zien zijn kunnen dan niet meer aan havo of vwo groepen te wijten zijn.

6.6 *Uitwerking van onderzoek op de vakgroep en bètaonderbouw werkgroep*

De vakgroep is nu echt veel meer bezig met het belang van practica binnen de natuurkunde, maar ook met de voorbereiding, uitvoering en evaluatie van deze practica. Het zal een lange tijd duren voordat alle practica aangepast zijn naar de standaarden van Getting Practical en ook de toepassing van het VUE model zal nog even duren voordat dit binnen de vakgroep de nieuwe standaard is. Toch is er al een verandering merkbaar in de vaste structuren van de vakgroep zoals het vakgroepplan. Dit onderzoek en de Getting Practical cursus heeft daarmee wel een blijvende positieve uitwerking op de vakgroep gehad. Het blijft wel zaak om dit vuurtje warm te houden, maar leden van de vakgroep voelen zich genoeg eigenaar van het probleem om dit in hun achterhoofd te blijven houden. Daarmee is Getting Practical een mooie manier om binnen een vakgroep inhoudelijk met elkaar aan de slag te zijn en daarnaast ook nog eens de leeruitkomsten van leerlingen op lange termijn te kunnen verbeteren, hoewel dit onderzoek dat niet heeft aangetoond, leden van de vakgroep hebben het gevoel dat dit positief effect kan hebben op het begrip van leerlingen bij practica.

7 Vervolgonderzoek

Dit hoofdstuk bespreekt kort de mogelijkheden voor vervolgonderzoek.

7.1 Langdurige studie naar leeruitkomsten bij leerlingen

Om uiteindelijk alle niveaus van Guskey te kunnen bereiken moet er ook een structurele verbetering van de leeruitkomsten bij leerlingen te meten zijn. Dit zal minstens inhouden dat er een langdurige studie van minimaal 3 jaar nodig is. Daarbij is het zaak dat het aanpassen van practica echt een vlucht heeft genomen en naarmate er meer practica op school aangepast worden volgens de nieuwe normen van de vakgroep zullen leerlingen steeds weer bevraagd moeten worden om te testen of de leeruitkomsten van deze leerlingen ook verbeteringen laten zien als gevolg van deze aangepaste practica. Er is een langere periode nodig om docenten zover te krijgen dat ze echt structureel aan de slag gaan met practica, meer dan wat er tijdens de Getting Practical bijeenkomsten al gebeurd. Uiteindelijk is er de wens uitgesproken binnen vakgroep om alle practica tegen het licht te houden, dit zal een proces van vele jaren zijn. Het heeft op het CCS een jaar geduurd voordat er echt structurele aanpassingen werden gedaan aan leerlijnen en er zelfs een aparte practicumleerlijn werd opgesteld als leidraad. Een tweede en derde jaar is minimaal nodig om de leerlingen voldoende lang te kunnen volgen terwijl er steeds meer practica worden aangepast. Het aanpassen van (liefst) alle practica van een bepaald leerjaar zal niet in één jaar kunnen plaatsvinden en het aanpassen van alle practica binnen de gehele school aan de normen van de nieuwe leerlijn en opgedane kennis zal een langdurig proces behelzen.

7.2 Onderzoek op meerdere scholen

Op het moment dat het onderzoek ook nog zou plaatsvinden op verschillende scholen zijn er nog meer mogelijkheden voor onderzoek. Vakgroepen op verschillende scholen hebben verschillende startpunten t.a.v. practica. Het is interessant om te zien of verschillende startpunten ook leiden tot verschillende uitkomsten van het onderzoek. Daarnaast hebben verschillende scholen verschillende typen docenten en typen vakgroepen, verschillende populaties leerlingen en een verschillende visie op onderwijs. Al deze facetten maken dat vergelijkbaar onderzoek doen veel ingewikkelder wordt, maar dit betekent ook dat er veel meer onderzocht kan worden dan alleen het effect van Getting Practical op practica en leeruitkomsten. De startpositie (cultuur, schoolbeleid, samenstelling vakgroep, leerlingpopulatie, onderwijsvisie etc...) van scholen kan van grote invloed zijn op de uitkomsten van een interventie en kan daarmee ook veelzeggend zijn op de effectiviteit van interventies op een bepaalde school in het algemeen. Het onderzoek zal veel gecompliceerder worden, maar is daarmee wel breder van toepassing in Nederland en het kan vele andere uitkomsten hebben buiten het effect van practica op de leeruitkomsten van leerlingen.

8 Bibliografie

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055.
- Ad, V. (2009). SPSS 16 voor Windows. ed: Utrecht: Bijleveld Press.
- Admiraal, J., Flier, T., de Lange, K., & van Schothorst, C. (2013). Over gaan naar de bovenbouw.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives* (C. o. C. U. Examiners Ed. Vol. 1): David McKay New York.
- Çimer, A. (2006). Effective Teaching in Science: A Review of Literature. *Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION*.
- Cohen, D., & Crabtree, B. (2006). Qualitative research guidelines project.
- Diederik K.J.T., H. R. v., Rossem L. van, Wanningen S.D.W.M. (2012). *De interpersoonlijke relatie tussen de bèta-docent en leerling en de keuze voor het profiel en de keuzevakken*. (Master), Universiteit Utrecht, Universiteitsbibliotheek Universiteit Utrecht.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*: Routledge.
- Groenewegen, P., Haaksma-Oostij, T., & Van Deelen-Meeng, L. (2011). *De leerling op het juiste spoor!* Retrieved from
- Guskey, T. R. (1999). *Evaluating professional development*: Corwin Press.
- Guskey, T. R. (2002a). Does it make a difference. *Educational leadership*, 59(6), 45.
- Guskey, T. R. (2002b). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3), 381-391.
- Guskey, T. R., & Sparks, D. (2004). Linking professional development to improvements in student learning. *Research linking teacher preparation and student performance*, 12(11).
- Kalkers, L., Dijkman, A., & Huijskens, H. (2007). Aansluiting klas 3 en 4 van Havo en VWO.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Meulenbroeks, R. (2012). Naar een soepeler overgang van 3 naar 4 in de bètavakken.
- Millar, R. (2010). *Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness*: Association for Science Education Hatfield.
- Rice, J. K. (1997). Explaining the Negative Impact of the Transition from Middle to High School on Student Performance in Mathematics and Science: An Examination of School Discontinuity and Student Background Variables.
- Smits, T., Lijnse, P., & Bergen, T. (2000). Leerlingonderzoek met kwaliteit. *Tijdschrift voor Didactiek der Bètawetenschappen*, 17 (1), 14-30.
- Van den Berg, E., & Buning, J. (1994). Practicum: leren ze er wat. *NVOX*, 19(6), 245-249.
- Weij, A. T. v. d. (2010). *Van 3 naar 4: een één-tweetje!* (Master), Universiteit Utrecht, Universiteitsbibliotheek Universiteit Utrecht.

9 Bijlagen

9.1 *Bijlage 1: Nieuwe natuurkunde domein A: Vaardigheden*

Domein A: Vaardigheden Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

Subdomein A1: Informatievaardigheden gebruiken

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

Subdomein A2: Communiceren

2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.

Subdomein A3: Reflecteren op leren

3. De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.

Subdomein A4: Studie en beroep

4. De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep wordt gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen. 2 Staatscourant 2012 nr. 11101 6 juni 2012 Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

Subdomein A5: Onderzoeken

5. De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A6: Ontwerpen

6. De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

Subdomein A7: Modelvorming

7. De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

Subdomein A8: Natuurwetenschappelijk instrumentarium

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

Subdomein A9: Waarderen en oordelen

9. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen. Natuurkunde – specifieke vaardigheden

Subdomein A10: Kennisontwikkeling en -toepassing

10. De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurkundige en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

Subdomein A11: Technisch-instrumentele vaardigheden

11. De kandidaat kan op een verantwoorde wijze omgaan met voor de natuurkunde relevante materialen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

Subdomein A12: Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

12. De kandidaat kan een aantal voor de natuurkunde relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij voor de natuurkunde specifieke probleemsituaties.

Subdomein A13: Vaktaal

13. De kandidaat kan de specifieke vaktaal en vakterminologie interpreteren en produceren, waaronder formuletaal, conventies en notaties.

Subdomein A14: Vakspecifiek gebruik van de computer

14. De kandidaat kan de computer gebruiken bij modelleren en visualiseren van verschijnselen en processen, en voor het verwerken van gegevens.

Subdomein A15: Kwantificeren en interpreteren

15. De kandidaat kan fysische grootheden kwantificeren en mathematische uitdrukkingen in verband brengen met relaties tussen fysische begrippen.

9.2 Bijlage 2: Opzet semi-gestructureerd interview leerlingen

Interviewvragen

Interviewopzet. Op basis van de interviews met docenten zal de enquête voor leerlingen worden opgesteld.

Algemene info

Naam:

Datum interview:

Overgang derde naar vierde klas in het algemeen

Op het CCS geven de vakdocenten in de derde klas een advies per leerling t.a.v. hun vak. De leerlingen hebben vervolgens gesprekken met de decaan over hun profielkeuze.

Hoe vind je deze manier van advies geven? Zijn er verbeteringen mogelijk, welke?

Komen de meeste kinderen op deze manier bij het juiste profiel terecht?

Denk je dat er qua inhoud bij natuurkunde veel veranderd van de derde naar de vierde klas?

Welke andere aspecten in de overgang van de derde naar de vierde klas spelen een rol bij de onderwijsresultaten voor leerlingen?

Overgang binnen NiNa domein A

De Nieuwe Natuurkunde gaat in vanaf augustus 2013. Domein A daarin bestaat uit 'Vaardigheden' en wordt ook een CE/SE onderdeel.

In hoeverre vind je dat het onderdeel vaardigheden losstaat van de meer inhoudelijke aspecten binnen natuurkunde zoals dat nu binnen NiNa is?

Welke vaardigheden spelen op dit moment een rol in de derde klas volgens jou?

Welke vaardigheden spelen op dit moment een rol in de vierde klas volgens jou?

Is de manier van het benaderen van het onderdeel vaardigheden anders in de derde dan in de vierde klas bij Na?

Hoe zou een eventuele verbetering in de aansluiting tussen de derde en de vierde klas tot stand kunnen komen?

De vaardigheden bij NiNa (domein A)

De vaardigheden vermeldt in NiNa zijn voor Havo en VWO hetzelfde.

Welke van de volgende vaardigheden zijn aangesproken in de derde klas?

- Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)
- Informatievaardigheden gebruiken
- Communiceren
- Reflecteren op leren
- Studie en beroep
- Onderzoeken
- Ontwerpen
- Modelvorming
- Natuurwetenschappelijk instrumentarium
- Waarderen en oordelen
- Natuurkunde-specifieke vaardigheden
- Kennisontwikkeling en –toepassing
- Technisch-instrumentele vaardigheden
- Rekenkundige en wiskundige vaardigheden
- Vaktaal
- Vakspecifiek gebruik van de computer
- Kwantificeren en interpreteren

Welke van de volgende vaardigheden zijn aangesproken in de vierde klas?

- Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)
- Informatievaardigheden gebruiken
- Communiceren
- Reflecteren op leren
- Studie en beroep
- Onderzoeken
- Ontwerpen
- Modelvorming
- Natuurwetenschappelijk instrumentarium
- Waarderen en oordelen
- Natuurkunde-specifieke vaardigheden
- Kennisontwikkeling en –toepassing
- Technisch-instrumentele vaardigheden
- Rekenkundige en wiskundige vaardigheden
- Vaktaal
- Vakspecifiek gebruik van de computer
- Kwantificeren en interpreteren

9.3 Bijlage 3: Vragenlijst afgenomen bij vierde klas leerlingen (digitaal afgenomen)

Vragenlijst overgang van de derde naar de vierde klas bij natuurkunde

Voor mijn studie doe ik onderzoek naar de overgang van de derde naar de vierde klas. Ik hoop erachter te komen wat jullie van deze overgang vinden. Een aantal vragen gaan over het vak natuurkunde. Deze vragenlijst is anoniem, ik wil je wel vragen om wat algemene informatie over jezelf in te vullen aan het begin van de vragenlijst.

Ik hoop dat je deze vragen goed wilt lezen en het antwoord te kiezen dat het beste bij je past. Het invullen van de vragenlijst kost ongeveer 10 minuten. Bij voorbaat dank voor het invullen.

Met vriendelijk groet,
Sander Velkamp

Q1

☐

In welke klas zit je nu?

Q2

☐

Wat is je leeftijd?

Q26

☐

Ik ben een:

Page Break

Q3

☐

In hoeverre ben je het eens of oneens met de volgende uitspraken....

	Geheel mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
a. Ik vind school leuk	☐	☐	☐	☐
b. Ik vind school belangrijk	☐	☐	☐	☐
c. Ik vind natuurkunde een leuk vak	☐	☐	☐	☐
d. Ik vind natuurkunde een belangrijk/nuttig vak	☐	☐	☐	☐
e. Mijn docent speelt een belangrijke rol om het vak te begrijpen	☐	☐	☐	☐
f. Mijn docent speelt een belangrijke rol om het vak interessant te maken	☐	☐	☐	☐

Page Break

Q4

☐

Overgang naar bovenbouw informatie en kennis over bovenbouw in 3e klas

Probeer je in te denken hoe je aan het einde van de derde klas tegen de volgende stellingen aankeek. Aan het einde van de derde klas dacht ik dat....

	Geheel mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
a. Ik volledig op de hoogte was van de vakken die ik zou hebben in de 4e klas	☐	☐	☐	☐
b. Ik volledig op de hoogte was van hoe proefwerken in de 4e klas afgenomen zouden worden	☐	☐	☐	☐
c. Ik al wist welke vervolgstudie of welk beroep ik wilde gaan doen	☐	☐	☐	☐
d. Ik voor 100% achter mijn profielkeuze stond	☐	☐	☐	☐
e. Ik wist wat mijn profielkeuze betekende voor mijn keuze van vervolgopleidingen HBO/WO	☐	☐	☐	☐
f. Mijn profielkeuze vooral te maken had met mijn docenten die ik in de derde klas had	☐	☐	☐	☐
g. Mijn profielkeuze vooral te maken had met de docenten die ik in de vierde klas zou krijgen	☐	☐	☐	☐
h. Mijn profielkeuze vooral te maken had met hoe goed ik was in bepaalde vakken	☐	☐	☐	☐
i. Mijn profielkeuze vooral te maken had met wat ik later voor vervolgstudie of beroep wilde kiezen	☐	☐	☐	☐

Page Break

Q5

☐

Aan het einde van de derde klas stond ik ongeveer een voor natuurkunde.

Q6

☐

Ik heb aan het einde van de derde klas gekozen voor natuurkunde omdat....(kies de **twee** antwoorden die het meest van toepassing waren)

- ☐ natuurkunde onderdeel was van het profiel dat ik wilde.
- ☐ ik vond dat natuurkunde een leuk vak was.
- ☐ ik vond dat natuurkunde een belangrijk of nuttig vak was.
- ☐ ik mijn derdeklas docent voor natuurkunde goed/leuk vond.
- ☐ ik verwachtte dat ik in de bovenbouw voor natuurkunde een goede/leuke docent zou krijgen.
- ☐ Anders namelijk (vul je antwoord hieronder in)

Q7

☐

Wil je nog iets toevoegen over de overgang van de derde naar de vierde die hier niet is genoemd? Dat kan hieronder.

Page Break

Q8

☐

Overgang onderbouw naar bovenbouw: reflectie vanuit 4e klas

Op dit moment denk ik dat.....

	Geheel mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
a. Ik in de derde klas voldoende informatie heb gekregen over de vierde	☐	☐	☐	☐
b. Ik in de derde klas wist wat ik kon verwachten in de vierde klas	☐	☐	☐	☐
c. Mijn profielkeuze teveel beïnvloed is door mijn docent in de derde klas	☐	☐	☐	☐
d. Ik een ander profiel had moeten kiezen	☐	☐	☐	☐

Page Break

Q9

☐

Op dit moment denk ik dat.....

	Geheel mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
a. Natuurkunde in de 4e klas klopt met het beeld dat ik in de 3e klas had	☐	☐	☐	☐
b. Natuurkunde in de derde klas veel makkelijker is dan in de vierde	☐	☐	☐	☐
c. Natuurkunde in de vierde klas veel makkelijker is dan in de derde	☐	☐	☐	☐

	Geheel mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
d. Natuurkunde in de 4e klas zeer verschillend is met natuurkunde in de 3e klas	☐	☐	☐	☐
e. De presentatie tijdens de vakkenvoorlichting in de derde klas een goed beeld geeft van natuurkunde in de vierde klas	☐	☐	☐	☐
f. Ik zeer tevreden ben met mijn keuze voor natuurkunde in de bovenbouw	☐	☐	☐	☐

Page Break

Q11

☐

Probeer minstens drie vaardigheden te beschrijven die je bij natuurkunde leert, omschrijf een vaardigheid in één woord.

Page Break

Q12

☐

Bij natuurkunde in de derde klas heb ik het volgende geleerd.....

	Gehele mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
a. Nieuwe rekenvaardigheden	☐	☐	☐	☐
b. Vaktaal	☐	☐	☐	☐
c. Het uitvoeren van een practicum	☐	☐	☐	☐
d. Het zelf bedenken van een practicum bij een onderzoeksvraag	☐	☐	☐	☐
e. Het gebruiken van verschillende apparaten bij practica	☐	☐	☐	☐
f. Een goed practicumverslag op de computer maken	☐	☐	☐	☐
g. Het zelf opzoeken van informatie over natuurkunde	☐	☐	☐	☐
h. Het gebruiken van de computer om mijn resultaten te analyseren/begrijpen	☐	☐	☐	☐
i. Ik weet wat mensen in technische beroepen doen	☐	☐	☐	☐

Page Break

Q14

☐

Bij natuurkunde in de vierde klas heb ik het volgende geleerd.....

	Gehele mee oneens	Mee oneens	Mee eens	Geheel mee eens
a. Nieuwe rekenvaardigheden	☐	☐	☐	☐
b. Vaktaal	☐	☐	☐	☐
c. Het uitvoeren van een practicum	☐	☐	☐	☐
d. Het zelf bedenken van een practicum bij een onderzoeksvraag	☐	☐	☐	☐
e. Het gebruiken van verschillende apparaten bij practica	☐	☐	☐	☐
f. Een goed practicumverslag op de computer maken	☐	☐	☐	☐
g. Het opzoeken van informatie over natuurkunde	☐	☐	☐	☐
h. Het gebruiken van de computer om mijn resultaten te analyseren/begrijpen	☐	☐	☐	☐
i. Ik weet wat mensen in technische beroepen doen	☐	☐	☐	☐

Q10

☐

Het afgeronde cijfer dat ik op dit moment voor natuurkunde sta is een.....

Q17

☐

Vaardigheden voor natuurkunde

Er worden nu drie vragen gesteld over vaardigheden bij natuurkunde.

Vraag 1 over vaardigheden natuurkunde



Q23

☐

Dit apparaat heet een en hiermee kan ik de spanning meten over een elektrisch apparaat als ik deze schakel over het apparaat. (vul hieronder de twee woorden in die op de plek van de stippellijn moeten komen)

Q22

☐

Dit heb ik geleerd in..... (je mag meerdere antwoorden invullen als dit in meerdere jaren terug is gekomen)

- ☐ De eerste klas
- ☐ De tweede klas
- ☐ De derde klas
- ☐ De vierde klas

Page Break

Q18

☐

Vraag 2 over vaardigheden natuurkunde

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

De formule hierboven is de formule voor de kinetische energie van een voorwerp.

Als ik v wil uitrekenen, dan kan dat met onderstaande formule:

- ☐ $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$
- ☐ $v = \sqrt{\frac{m}{2E_k}}$

$$v = \sqrt{\frac{E_k}{2m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2m}{E_k}}$$

Q24

☐

Het omrekenen van dit soort formules heb ik geleerd in (je mag meerdere antwoorden invullen als dit in meerdere jaren terug is gekomen)

- ☐ De eerste klas
- ☐ De tweede klas
- ☐ De derde klas
- ☐ De vierde klas

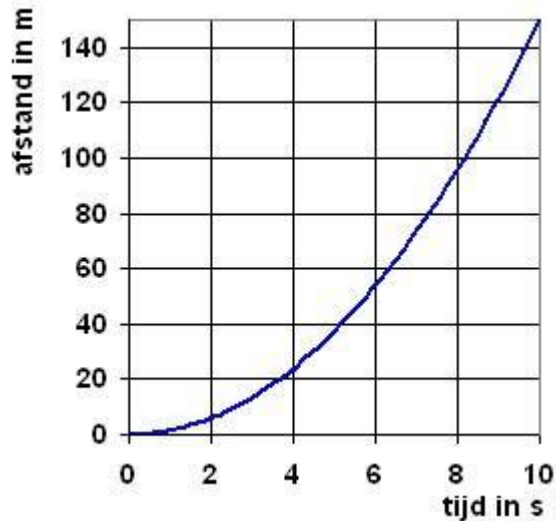
Page Break

Q19

☐

Vraag 3 over vaardigheden natuurkunde

Kijk naar onderstaande grafiek:



Q25

☐

Deze grafiek geeft een weer.

- ☐ beweging met constante snelheid
- ☐ stijgende beweging
- ☐ versnelde beweging
- ☐ kwadratische beweging

Q25

☐

Het beoordelen van dit soort grafieken heb ik geleerd in..... (je mag meerdere antwoorden invullen als dit in meerdere jaren terug is gekomen)

- ☐ De eerste klas
- ☐ De tweede klas

- ☐ De derde klas
- ☐ De vierde klas

Page Break

Q15



Einde vragenlijst

Jouw antwoorden zijn nu opgestuurd. Hartelijk dank voor het invullen van de vragen!

9.4 Bijlage 4: Doorlopende leerlijn onder constructie CCS

Eerste uitwerking leerlijn van onderbouw science naar bovenbouw natuurkunde				
dec-14				
Domeinonderwerpen	Stof klas 1 science	Stof klas 2 science	Stof klas 3 natuurkunde	Stof bovenbouw natuurkunde
Vaardigheden*	Onderzoeksvaardigheden	Elektrische schakelingen I(A)	Elektrische schakelingen I(A) + U(V)	Systeembord + elektriciteit
Krachten en beweging	Basisbegrip momenten (praktisch)	$s = v_{\text{gem}} * t$ x,t-diagram	v,t-diagram en $v = dx/dt$ Wat is de betekenis van de helling van een grafiek? Begrip 'zwaartekracht' en 'aangrijpingspunt' Vectoren samenstellen in één lijn	$a = dv/dt$ Vectoren ontbinden/samenstellen
Energie	Basisbegrip energie en vermogen $E = P * t$		$E_k = 1/2 * m * v^2$ Energieomzettingen (..... wordt omgezet in.....) Wet van behoud van energie	$E_z = mgh$ Omzetting naar warmte Berekeningen bij wet v behoud v energie
Trillingen en golven		$f = 1/T$	Basisbegrip 'trillingstijd' en 'frequentie' uitwijking/tijd diagram bij staande golf	Begrip golflengte $\lambda = v * T$
Elektrciteit	focus op vaardigheden $E = P * t$	focus op vaardigheden Basisbegrip I(A) Elektrische schakelingen	Basisbegrip U(V) Begrip statische elektriciteit + ladingen Bruine bonenspel $P = U * I$ $I = U/R$	Serie- en parallelschakelingen $R = \rho * l/A$ $U = I * R$

9.5 Bijlage 5: Presentatie bijeenkomst 1 en 2 'Getting Practical' op het CCS



Improving Practical Work in Science

Bijeenkomst 1

Special edition for:









Improving Practical Work in Science

Overzicht van de nascholingscursus

Bijeenkomst 1 Reflectie
Nadenken over praktisch werk
VUE
'Best practice' bij de uitvoering ervan

Bijeenkomst 2 Modelleren
Oefenen in VUE
En hierna
Planning van acties




Basis voor bijeenkomst 1

Practical work: making it more effective,
door Robin Millar en Ian Abrahams, *School Science Review*, september 2009, 91(334).




Deel 1 Nadenken over praktisch werk

Overzicht van deel 1

1. Waarom doen we praktisch werk?
2. Een aantal proeven en/of ontwerp opdrachten doorlichten
3. Reflecteren op een of meer proeven en/of ontwerp opdrachten




Dsbreker

1. Why should we do practical work in science?	2. What is your most enjoyable practical?	7. What practical would you do with this?	8. What practical would you do with this?
3. What is your least enjoyable practical?	4. What is the most unexpected outcome you've had from a practical?	9. What practical would you do with this?	10. What practical would you do with this?
5. What is the most unusual practical you've done?	6. What's the worst thing that's ever happened during a practical?	11. Why should we not do practical work in science?	12. Which practical do you do the most?




Praktisch werk in de ogen van docenten

- Natuurwetenschappelijk onderwijs moet plaatsvinden in een lab; daarover is gelukkig geen controverse
Joan Solomon, 1980
- Natuurwetenschap is een praktisch onderwerp ... einde verhaal, denk ik
Docent, aangehaald door Jim Donnelly, 1995
- Natuurwetenschap zonder praktisch werk is als zwemmen zonder water
Head of science, aangehaald in SCORE rapport, 2008



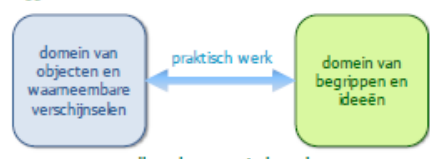
Docentenkijk op praktisch werk 2

- Veel praktisch werk is ineffectief en onwetenschappelijk; het schrikt dan leerlingen af om door te gaan in een bètarichting.
Naar Woolhough, 1995
- Praktisch werk is redelijk effectief wat betreft de uitvoering ervan, maar slaagt er minder om leerlingen daarbij te laten nadenken.
Naar Abrahams and Millar, 2008
- Wanneer het goed is gepland en effectief wordt uitgevoerd, is praktisch werk stimulerend en leidt het tot leren. Het daagt leerlingen zowel mentaal als fysiek uit op een unieke manier, die met andere werkvormen niet is te realiseren.
Naar SCORE report, 2008



Waarom doen we praktisch werk?

Het doel van praktisch werk is om leerlingen te ondersteunen bij het leggen van verbanden tussen twee kennisdomeinen:



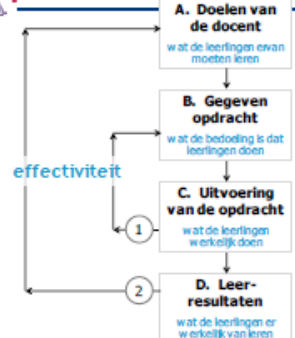
'hands-on, minds-on'

"We moeten de 'minds on' aspecten van praktisch werk meer aandacht geven, als we praktisch werk effectiever willen maken"

Millar and Abrahams, 2009



Reflecteren op praktisch werk



A. Doelen van de docent
wat de leerlingen ervan moeten leren

B. Gegeven opdracht
wat de bedoeling is dat leerlingen doen

C. Uitvoering van de opdracht
wat de leerlingen werkelijk doen

D. Leerresultaten
wat de leerlingen er werkelijk van leren

Effectiviteit op niveau 1
Deden leerlingen wat de bedoeling was te doen en zagen ze wat de bedoeling was te zien?

Effectiviteit op niveau 2
Leerden de leerlingen wat ze moesten leren en kunnen ze zich dat later herinneren?



Waarom laten we praktisch werk doen?

Activiteit 1

1. Kies twee opdrachten uit en denk erover na waarom je die in een les zou willen laten doen.
2. Schrijf op een 'post-it' de voornaamste redenen om een opdracht te laten doen – één reden per bonnetje.
3. Kleef de 'post-its' aan de opdracht.
4. Ga nu samenwerken in tweetallen. Verzamel jullie bonnetjes. Orden ze in groepen en geef de groepen een naam.

In een apart bestand staan voorbeelden van opdrachten voor het v.o.




Waarom laten we praktisch werk doen?

Feedback

- Hoe hebben jullie de post-its ingedeeld, in welke groepen?
- Lijken de indelingen van de verschillende groepjes op elkaar?
- De vakliteratuur verdeelt de redenen om praktisch werk te doen doorgaans in vier groepen:

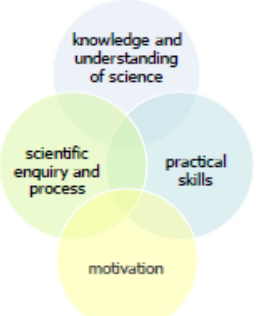
- A. Kennis en begrip.
- B. Praktische vaardigheden.
- C. Leren onderzoeken en ontwerpen (procesvaardigheden)
- D. Motivatie



In welk opzicht komt jullie indeling hiermee overeen?



Waarom laten we praktisch werk doen?



- Hadden jullie post-its die niet in deze vier categorieën pasten?
- Mist er een categorie?



Waarom laten we praktisch werk doen?

- de kerndoelen bij Leren onderzoeken

- Een onderzoeksvraag formuleren.
- Een plan van aanpak opstellen.
- Risico's evalueren.
- Relevante gegevens verzamelen.
- Gegevens effectief presenteren.
- Gegevens verwerken en interpreteren.
- Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens.
- De getrokken conclusies evalueren.

Voortgezet onderwijs

Een audit van praktische activiteiten

- en de leerdoelen ervan in kaart brengen

v.o.: schema voor audit en toelichting

Activiteit 2
Vul het werkblad in voor de laatste twee of drie praktische activiteiten die je met één bepaalde klas hebt uitgevoerd.

Een audit van praktische activiteiten

- en de leerdoelen ervan in kaart brengen

Feedback

- Hoeveel leerdoelen heb je per activiteit aangevinkt?
- Is er in je audit een spreiding van leerdoelen?
- Zou die er moeten zijn?
- Hoe zou de verdeling van de leerdoelen eruit moeten zien voor een leerling in de onderbouw of de brugklas?
- Mik je altijd op dezelfde leerdoelen als je een bepaalde proef of practicum doet?

v.o.: schema voor audit en vragen voor feedback

Reflectie op twee praktische activiteiten

- om de effectiviteit ervan te onderzoeken

Activiteit 3
Neem het practicum dat je zelf hebt meegenomen

Vul het werkblad in voor dit practicum.

Reflectie op twee praktische activiteiten

- om de effectiviteit ervan te onderzoeken

Feedback

1. Welk bewijsmateriaal heb je voor een succesvolle praktische activiteit?
2. Wat kenmerkt een minder succesvolle praktische activiteit?
3. Hoe kun je een minder geslaagde praktische activiteit succesrijker maken?

VUE

VOORBEREIDING
Doel
De praktische activiteit zelf*
Leerlingen laten nadenken*
Differentiatie in niveau*

UITVOERING*

EVALUATIE

 **De handleiding** **V**oorbereiding, **U**itvoering, **E**valuatie

VOORBEREIDING

Doel
 Wat wil je met de activiteit bereiken: kennis en inzicht/ vaardigheden/ onderzoeken of ontwerpen?
 Wat is het leerdoel of wat zijn de leerdoelen van de activiteit?
 Wat zorg je ervoor dat de leerlingen dit weten?

De praktische activiteit zelf
 Hoeveel de activiteit een structuur?
 Hoeveel wordt de activiteit uitgelengd?
 Hoeveel open is de activiteit?
 Wat gaan de leerlingen doen met het gereedschap en de materialen?
 Hoeveel gaan de leerlingen vertellen: wat te doen en waarom?
Leerlingen laten nadenken
 Wat zorg je ervoor dat leerlingen gaan nadenken?
 Welke onderlinge discussie vindt plaats wat tijdens en na de activiteit?
 Hoeveel structureel je dat leerlingen er moet klaar over passen?
differentiatie in klas
 Hoeveel mogelijk is het om te begrijpen wat je doet? Hoe moeilijk de uitvoering?
 is differentiatie nodig?

UITVOERING
 Hoeveel ga je het samen vertellen, welke criteria ga je daarbij gebruiken?
 Hoeveel ga je aan de hand van de criteria de prestaties van de leerlingen beoordelen?

EVALUATIE
 Hoeveel en op welk moment: wat de bedoeling was te doen en te zien?
 Hoeveel de leerlingen het doel van de activiteit uitgelengd?
 Hoeveel de leerlingen bij discussie over de activiteit de vaardigheden zoals dat je bedoeling was?
 Hoeveel de leerlingen wat de bedoeling was dat ze leerden?

 **Doing Practical**

 **Wat leerde ik vandaag van wat ik.....?**

zag 

hoorde 

deed 

Welke vraag heb ik nog...? 

 **Doing Practical**

 **Reflecteren op praktisch werk**

Feedback

- Noteer één actiepunt dat je op korte termijn gaat uitvoeren.
- Deel je ideeën met de groep.
- Wat vond je van deze middag?
- Wanneer kunnen we bijeenkomst 2 doen?
 - Di 3 nov tijdens div?
 - Of di 10 November tijdens vg vergadering?

 **Doing Practical**

 **Improving Practical Work in Science**

"Practical work will always have a key role in science teaching. The challenge is to find ways to make it a great deal more effective as a teaching and learning strategy than it is at present... Improvement is not a matter of doing more practical work, but of doing better practical work."

Miller and Abrahams, 2009

 **Doing Practical**



Improving Practical Work in Science

Bijeenkomst 2

Special edition for:



Overzicht van de cursus

Bijeenkomst 1 Reflectie

Nadenken over praktisch werk

VUE

'Best practice' bij de uitvoering ervan

Bijeenkomst 2 Modelleren

Oefenen in VUE

En hierna

Planning van acties



Waarom laten we praktisch werk doen? - de kerndoelen bij Leren onderzoeken



Evaluatie bijeenkomst 1

- Leuk/interessant om bij elkaars practica te kijken?
- Goed/interessant om elkaars ideeën te bespreken?
- Eigen practica evalueren volgens de methode van Millar / Abrahams
- Waren er dingen die opvielen in je eigen practica? Of bij anderen?



Kunnen jullie deze schema's nog herinneren?

The first table lists learning objectives (Leerdoelen) and activities (Activiteit) for practical work in science. The second table lists learning objectives (Leerdoelen) and activities (Activiteit) for practical work in science.



Leerdoelen

Aan het eind van deze bijeenkomst hebben we:

- De principes van VUE toegepast op een proef/practicum.
- Een module ontwikkeld waarin die proef is verwerkt.
- **Gewerkt met de SMART-aanpak.**
- Aangegeven wat we verder gaan doen om maximaal gebruik te maken van de informatie uit deze cursus





Doen!

- Analyse huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- VUE
 - De plaats van de practica in de eigen module
 - Plan van aanpak om practica inhoudelijk aan te passen
- SMART



Getting Practical

- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)

- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)

- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)

- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)

- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)

- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)
- Hoe zit je met de huidige practica (enigszins gedaan, misschien nog verder hiermee?)



SMART geformuleerde doelen

- Specific
- Measurable
- Achievable
- Relevant
- Time related



SMART doelen

- Niet-SMART: "Ik wil een leuke baan."
- SMART: "Dit jaar wil ik 20 studiepunten van mijn leraren-opleiding halen"



En nu? Hoe gaan we verder? Hoe maken we dit duurzaam?



Werkvorm 'hoeken'– impact hebben

A. Hoe zullen je collega's denken over het implementeren van *Getting Practical*?

1. Vast heel positief!
2. Het wordt een zware worsteling.
3. Waarschijnlijk OK.
4. Iets anders, en wel:





Kun je er tijd voor vinden?

- B. Welke beren zijn er op je weg wat betreft de benodigde tijd?
1. Er is op de vergaderingen van de bètasectie(s) geen tijd voor te vinden.
 2. Ik zie aankomen dat ik het allemaal zelf moet doen.
 3. Inpassing in het programma zal moeilijk zijn.
 4. Iets anders, en wel:



Impact van je acties

- C. Welke actie heeft in jouw geval waarschijnlijk de meeste impact?
1. Presentatie op tijdens vakgroepvergadering
 2. Overleg met collega's
 3. Anderen jou laten observeren en bij anderen observeren.
 4. Iets anders, en wel:



Invloedrijke anderen

- D. Wie op school of daarbuiten is een sleutelfiguur voor je succes?
1. Sectievoorzitter/afdelingsvoorzitter
 2. Lid van de medezeggenschapsraad
 3. Toa (of, als je toa bent, je vakdocent(en))
 4. Iemand anders.



Visie op de toekomst

- E. Wat is je visie op wat er zal veranderen als je gaat toepassen wat deze cursus je heeft opgeleverd
1. Ik heb een helder beeld van hoe het eruit zal zien.
 2. Ik moet er nog verder over denken.
 3. Het is nog tamelijk vaag.
 4. Ik verwacht niet dat er iets verandert.



Jouw actieplan

- Gebruik het invulschema. (gebruik meer dan één indien nodig).
- Kies een beperkt aantal actiepunten – je bent minder kansrijk als je teveel hooi op de vork neemt. Misschien heb je zelfs maar één expliciet actiepunt.
- Vergeet niet om de SMART principes mee te nemen.



Actieplan		Achtergrond	
1. Actiepunten (Wat wil ik bereiken?)	2. Hoe kom je daar?	3. Periode en data	4. Afspraken en verantwoordelijkheden
Verdeel je actiepunten hier in haalbare onderdelen		Kies de deadlines zo dat je onder een realistische druk staat!	
5. Criteria voor succes		Welke specifieke dingen zijn voor jou criteria voor succes?	
6. Hoe wordt het onderwerp op termijn beter voor de leerlingen?			
7. Monitoren (hoe vaak en op welke manier?)		8. Evalueren (hoe vaak en op welke manier?)	
Wat vertel je hierover aan je collega's?		Hier vul je later in of je de gewenste impact hebt gehad.	

9.6 Bijlage 6: Jaarprogramma klas 3 natuurkunde 14-15

Carmel College Salland

(HV)

CPS/SWR/VPS

26-aug-14

Derde klas

Natuurkunde

Planning schooljaar 2014-2015

Wk	Lessen	Opmerkingen	Stof	Lessen	Toetsen	Gew.
34	2	Intro boek	H1	2		
35	2	Intro hoofdstuk 2	H2	12		
36	2		H2			
37	2		H2		SO H1.1, 2.1, 2.2	1
38	2		H2			
39	2		H2			
40	2		H2			
41	2		H2		PW H2	3
42	Herfstvak.					
43	2		H4	14		
44	2	Cijfers inleveren	H4			
45	2		H4			
46	1	3 dagen LLB	H4			
47	2		H4			
48	1	maandag + dinsdag vrij	H4			
49	2	STM schoolbreed	H4			
50	2		H4		PW H4	3
51	2	Mechanica	Practicumproject1	4		
52	Kerstvak.					
1	Kerstvak.					
2	2	STM	Practicumproject1			
3	2		H5	12		
4	2		H5			
5	2		H5			
6	2		H5			
7	2		H5			
8	2	maandag carnaval	H5		PW H5	3
9	Voorjrvak					
10	2	STM	Practicumproject2	4		
11	2		Practicumproject2			
12	2		H6 + Start EN project	12		
13	2		H6			
14	1	Goede vrijdag	H6			

Elektriciteit

Duurzame
energie

15	2	Tweede Paasdag	H6			
16	2		H6		Pres. EN project	2
17	1	Vrijdag stunt	H6		PW H6	3
18	2	Maandag koningsdag + STM	Afronding EN project			
19	Meivak.					
20	1	CE + hemelvaart + vrijdag vrij	H8	9		
21	2	CE	H8			
22	2	maandag pinksteren + CE	H8			
23	2		H8 +planetarium			
24	2		H8			
25	2		Practicum project	4		
26	2		Practicum project			2
Totaal	73			73		17

9.7 Bijlage 7: Jaarpogramma klas 4 natuurkunde 14-15

Carmel College

Salland (HV)

BMF/DRM/VPS

15-aug-14

Havo4 Natuurkunde

Planning schooljaar 2014-2015

Wk#	Lessen	Opmerkingen	Stof	Lessen	Toetsen	Gew.
34	2	Intro	H1	5		
35	3					
36	3					
37	3		SO H1 (1) + H2 (2)	13	SO H1	1
38	3					
39	3					
40	3		H3	13		
41	3					
42	Herfstvak.					
43	3		H3 + herh H2 (2les)			
44	TW1				PW H2	3
45	2	1 dag TW1				
46	1	3 dagen LLB				
47	3					
48	2	maandag + dinsdag vrij				
49	3	STM schoolbreed	PWH3		pw H3	3
50	3		Intro H4	14		
51	3					
52	Kerstvak.					
1	Kerstvak.					
2	3	1 dag TW2 + STM			PW t/m4.3	2
3	TW2					
4	3					
5	3				PW H4	3
6	3		Intro H5	14		
7	3					
8	2	maandag carnavaal				
9	Voorjrsvak					
10	3	STM				
11	3					
12	1	3 dagen TW3			PW H5	3
13	1	4 dagen TW3	H6	16		
14	2	Goede vrijdag				
15	2	Tweede Paasdag				
16	3					
17	2	Vrijdag stunt	1 les intro PO	7		

Vaardigheden

Beweging

Krachten

Wetten van Newton

Wetten van Newton

Materiaaleigenschap

18	2	Maandag koningsdag + STM				
19	Meivak.					
20	1	CE + hemelvaart + vrijdag vrij				
21	3	CE				
22	2	maandag pinksteren + CE			PW H6	3
23	3		PO			
24	3		PO			
25	TW4	4 dagen TW4			Pres. PO	6
26	TW4	3 dagen TW4				
Totaal	91			82		

Elektriciteit

Zelf gekozen onderz

9.8 Bijlage 8: Semi-gestructureerde interviews groepjes leerlingen

Opzet OvO

S.G. Veltkamp, s.g.veltkamp@student.utwente.nl, Master SEC; Onderzoek van Onderwijs, 0120413

Introductie

Eerste stap in het onderzoek is het interviewen van de docenten op het Carmel College Salland t.a.v. de vaardigheden die kinderen in de derde klas en vierde klas aanleren. Deze opzet biedt een houvast tijdens de interviews met collega's. Dit interview is ook gebruikt als leidraad voor een gesprek met enkele leerlingen in de derde en vierde klas. De leerling-interviews worden gebruikt als input voor de leerling enquête.

Interviewvragen

Interviewopzet. Op basis van de interviews met docenten zal de enquête voor leerlingen worden opgesteld.

Algemene info

Naam: *Floris de Choulette* Datum interview: *21-juni*

Welke derde/vierde klassen geef je les (+ hoeveel uur)? *3 uren*

Overgang derde naar vierde klas in het algemeen

Op het CCS geven de vakdocenten in de derde klas een advies per leerling t.a.v. hun vak. De leerlingen hebben vervolgens gesprekken met de decaan over hun profielkeuze.

Hoe vind je deze manier van advies geven? Zijn er verbeteringen mogelijk, welke?

*Wel goed, wel graag
meer uitleg
van decaan*

Komen de meeste kinderen op deze manier bij het juiste profiel terecht?

Ja

Denk je dat er qua inhoud bij natuurkunde veel veranderd van de derde naar de vierde klas?

*Daar is het wel
veel veranderd*

Welke andere aspecten in de overgang van de derde naar de vierde klas spelen een rol bij de onderwijsresultaten voor leerlingen?

*maakt wel uit, in welke tijd
om te komen voor les*

Overgang binnen NiNa domein A

De Nieuwe Natuurkunde gaat in vanaf augustus 2013. Domein A daarin bestaat uit 'Vaardigheden' en wordt ook een CE/SE onderdeel.

In hoeverre vind je dat het onderdeel vaardigheden losstaat van de meer inhoudelijke aspecten binnen natuurkunde zoals dat nu binnen NiNa is?

Welke vaardigheden spelen op dit moment een rol in de derde klas volgens jou?

*Omgang met praktische
rekenvaardigheden met form.*

Welke vaardigheden spelen op dit moment een rol in de vierde klas volgens jou?

Is de manier van het benaderen van het onderdeel vaardigheden anders in de derde dan in de vierde klas bij Na?

Hoe zou een eventuele verbetering in de aansluiting tussen de derde en de vierde klas tot stand kunnen komen?

Opzet OvO

S.G. Veltkamp, s.g.veltkamp@student.utwente.nl, Master SEC; Onderzoek van Onderwijs, 0120413

Introductie

Eerste stap in het onderzoek is het interviewen van de docenten op het Carmel College Salland t.a.v. de vaardigheden die kinderen in de derde klas en vierde klas aanleren. Deze opzet biedt een houvast tijdens de interviews met collega's. Dit interview is ook gebruikt als leidraad voor een gesprek met enkele leerlingen in de derde en vierde klas. De leerling-interviews worden gebruikt als input voor de leerling enquête.

Interviewvragen

Interviewopzet. Op basis van de interviews met docenten zal de enquête voor leerlingen worden opgesteld.

Algemene info

Naam: *Linde, Meens, Gijss* Datum interview: *21 Juni 2013* *V4*

Welke derde/vierde klassen geef je les (+ hoeveel uur)? *2 uur V4*

Overgang derde naar vierde klas in het algemeen

Op het CCS geven de vakdocenten in de derde klas een advies per leerling t.a.v. hun vak. De leerlingen hebben vervolgens gesprekken met de decaan over hun profielkeuze.

Hoe vind je deze manier van advies geven? Zijn er verbeteringen mogelijk, welke?

Manud: kleepte niet, niets meer gedaan

Komen de meeste kinderen op deze manier bij het juiste profiel terecht?

Linde: wel tot op zekere hoogte

Denk je dat er qua inhoud bij natuurkunde veel veranderd van de derde naar de vierde klas?

Manud: wel, ze zelf ook veel veranderd van de derde naar de vierde klas. Veel moeilijker, groot verschil. Formules moeilijker toe te passen men

Welke andere aspecten in de overgang van de derde naar de vierde klas spelen een rol bij de onderwijsresultaten voor leerlingen? *Vooral stof moeilijker*

Overgang binnen NiNa domein A

De Nieuwe Natuurkunde gaat in vanaf augustus 2013. Domein A daarin bestaat uit 'Vaardigheden' en wordt ook een CE/SE onderdeel.

In hoeverre vind je dat het onderdeel vaardigheden losstaat van de meer inhoudelijke aspecten binnen natuurkunde zoals dat nu binnen NiNa is?

Welke vaardigheden spelen op dit moment een rol in de derde klas volgens jou? *practica eigenlijk alleen*

Welke vaardigheden spelen op dit moment een rol in de vierde klas volgens jou? *reken vaardigheden*

Is de manier van het benaderen van het onderdeel vaardigheden anders in de derde dan in de vierde klas bij Na?

Hoe zou een eventuele verbetering in de aansluiting tussen de derde en de vierde klas tot stand kunnen komen?

Stof in de derde klas is te makkelijk waardoor overgang te groot verschil is

De vaardigheden bij NiNa (domein A)

De vaardigheden vermeldt in NiNa zijn voor Havo en VWO hetzelfde.

Welke van de volgende vaardigheden zijn aangesproken in de derde klas?

Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

- ☐ Informatievaardigheden gebruiken
- ☐ Communiceren
- ☐ Reflecteren op leren
- ☐ Studie en beroep
- ☒ Onderzoeken
- ☒ Ontwerpen
- ☐ Modelvorming
- ☒ Natuurwetenschappelijk instrumentarium
- ☐ Waarderen en oordelen

Natuurkunde-specifieke vaardigheden

- ☐ Kennisontwikkeling en –toepassing
- ☐ Technisch-instrumentele vaardigheden
- ☐ Rekenkundige en wiskundige vaardigheden
- ☐ Vaktaal
- ☐ Vakspecifiek gebruik van de computer
- ☐ Kwantificeren en interpreteren

Welke van de volgende vaardigheden zijn aangesproken in de vierde klas?

Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

- ☐ Informatievaardigheden gebruiken
- ☒ Communiceren
- ☒ Reflecteren op leren
- ☐ Studie en beroep
- ☐ Onderzoeken
- ☒ Ontwerpen
- ☒ Modelvorming
- ☒ Natuurwetenschappelijk instrumentarium
- ☐ Waarderen en oordelen

Natuurkunde-specifieke vaardigheden

- ☐ Kennisontwikkeling en –toepassing
- ☐ Technisch-instrumentele vaardigheden
- ☐ Rekenkundige en wiskundige vaardigheden
- ☐ Vaktaal
- ☐ Vakspecifiek gebruik van de computer
- ☐ Kwantificeren en interpreteren

9.9 Bijlage 9: Notulen relevante vakgroepvergaderingen

Beknopte notulen vakgroepvergadering NA

6 jan 2015

1. Start van doorlopende leerlijn

- a. Tijdens de studiemiddag van 2 dec jl. hebben we het gehad over de doorlopende leerlijn van science klas 1 naar natuurkunde bovenbouw.
- b. VPS heeft dit uitgewerkt in een voorlopig werkdocument en plaats dit op de G-schijf.
- c. Voor de derde klas worden de volledige leerdoelen in termijn van examendomeinen aan het einde van 14-15 volledig toegevoegd.
- d. Voor klas 1 en 2 science gebeurt dit aan het einde van 15-16.
- e. Iedereen graag dit document aanvullen.
- f. We zouden ook een doorlopende leerlijn moeten ontwikkelen voor praktische vaardigheden. Deze staan enigszins los van de doorlopende leerlijn van de studiemiddag.

2. Open huis

- a. OpenHuis vindt plaats samen met Scheikunde in 015. Bio zit in 014
- b. Vrijdag 23 jan van 16:00-20:30 uur.
- c. BMF kan alleen helpen opbouwen.
- d. VPS kan tot 19:30 uur.
- e. WEB overlegt met SK. BMF vraagt twee oud-leerlingen.
- f. Er worden ook nog 2 5VWO leerlingen gevraagd om te helpen.

3. Verzoek Annemarie Wispels om naar **Twents meesterschap conferentie** te gaan

- a. 28 jan 2014,
- b. BMF gaat de hele dag,
- c. VPS gaat 's middags,
- d. Aanmelden bij Annemarie.

Agenda vakgroepvergadering natuurkunde

di 13 okt

Vergadering van 14:15-16:30 uur

2. Opening (BMF)

3. Mededelingen (BMF)

4. Getting practical*, vanaf +/- 14:30 uur (VPS)

- a. Ijsbreker 14:30-14:45 uur
- b. Introductie 'Getting Practical' 14:45-15:00 uur
- c. Waarom laten we praktisch werk doen? 15:00-15:40 uur
- d. Audit van praktische activiteiten: 15:40-16:20 uur
 - i. leerdoelen in kaart brengen

- e. Afsluiting en evaluatie deel 1 + 2 16:20-16:25 uur
 - i. Kunnen we deel 3 + 4 doen op dinsdag 3 nov, tijdens diversenmiddag? Of anders 10 november → volgende vakgroepvergadering?
 - ii. Volgende bijeenkomst gaan we eigen practica ook werkelijk aanpassen.

5. Afronding vergadering.

*Graag allemaal een eigen practicum meenemen, die je in de komende periode wilt gaan geven, op papier.

Voor meer informatie over 'Getting Practical' → <http://www.gettingpractical.org.uk/index.php>

Notulen vakgroep vergadering natuurkunde

2-2-16

1. Leermiddelen

3^e klas: houden zoals nu, boek met digitale ondersteuning. Leerlingen vinden het lastig om met de laptop om te gaan. Digitale ondersteuning willen we er wel bij houden, hoewel het niet altijd helemaal goed werkt. Is ook nodig voor controle antwoorden. Werkt op tablet beter dan op laptop, wel ook bruikbaar op laptop. Wat te doen bij storingen?

Bovenbouw: VPS ziet het wel zitten om alles digitaal te doen, zeker als alle leerlingen voorzien zijn van laptop (ook examenklassen). VPS werkt al heel veel digitaal. Ervaringen: online omgeving van de methode is overzichtelijk opgezet, hoewel nog beperkt inzetbaar wegens instaplicentie. Goede extra opdrachten en oefenmodules. Aantekeningen wel bij voorkeur in schrift. Stabiliteit van de programma's is prima. Afbeeldingen uit boek in SmartNotebook te plakken. Voorstel: geen papieren boeken, alles digitaal. Eventueel paar reserveboeken aanschaffen voor noodgevallen. Bovenbouwleerlingen gaan over het algemeen goed om met laptop.

Als pilot eerst komend schooljaar de niet-examenklassen volledig digitaal, examenklassen net als nu: papieren boek (4 én 5 havo; 4, 5 én 6 vwo) en startlicentie.

Evaluatie eind december/begin januari.

2. Prioriteiten:

1.

2. Digitale didactiek. Zie punt 1. Invoering van volledig digitale methode, met gebruik van de mogelijkheden daarvan. Actie: onderzoek wat andere methoden aan digitale leermiddelen kunnen bieden. Ook voor 3^e klas! Daarnaast gebruik Coach. Gebruik Word en Excel voor verslaglegging.

Bereiken voor juni: bepalen welke uitgever de beste digitale methode heeft voor bobo. 2016/2017 starten we 'gewoon' met SysNat, daarna eventueel overstap. Acties: bekijken digitale methodes: Nova, Pulsar, Newton, Stevin. VPS bekijkt Nova en Stevin. BMF bekijkt Pulsar en Newton. Klaar sv april.

Voor onbo wachten we advies werkgroep af.

3. Taal- en rekenbeleid. Taalbeleid voeren we uit in 4V. Daarnaast letten we bij praktische opdrachten op taalverzorging; dit komt ook tot uiting in de beoordelingsmodellen.

Rekenvaardigheid blijkt soms tegen te vallen, merken we in de bovenbouw.

Wetenschappelijke notatie komt vanaf klas 3 structureel aan bod.

Actie: overleg met vakgroep wiskunde over welke rekenvaardigheden wanneer worden aangeleerd. BMF, deadline maart 2016.

4. Opzet ligt er ivm werkgroep bèta-onderbouw. Schema bij VPS.

Doorlopend: gebruik formules. Hoe gaat dat bij science??

Overleg met sectie science. BMF-DRM → gezamenlijk vakgroepoverleg over doorlopende leerlijn.

Niveau van boek 3^e klas is te hoog voor de leerlingen die uit de 2^e klas science komen. Lijn uitzetten naar 3^e klas is nu lastig omdat er weinig duidelijkheid is over hoe dat programma eruit gaat zien.

Wens met het oog op doorlopende leerlijn: uitwisseling docenten science-3^e klas na en 3^e klas na-bovenbouw na.

Doorlopende leerlijn met het oog op practicumvaardigheden. Bezig geweest met Getting Practical. Welke practicumvaardigheden moeten ze in welk jaar hebben? Practica daarmee in overstemming!

Planning: voor sv 22-3 stelt iedereen een lijst op met practicumvaardigheden.

Daarna op een rij wat wanneer. Afronden juni 2016.

5. Opvragen gegevens bij Rita. Examenresultaten havo: verschil SE-CE is 0. Cijfers vergelijkbaar of net onder landelijk gemiddelde. Scheikunde scoorde met zelfde populatie een stuk hoger. Overleg met sectie SK wat zij doen. VPS-KSB overleg.

Examenresultaten vwo van voorgaande jaren zijn niet meer bruikbaar ivm nieuwe examenprogramma. Schoolexamenprogramma helemaal vernieuwd. In v5 relatief veel praktisch werk; uitzoeken na examens hoe overgangscijfer v5-v6 zich verhoudt tot eindexamencijfer.

Practica.

V5: karretjes?

Demo: demo proef van Melde en Kundt, demo interferentie met verschillende boxen en buis van Quincke.

V4: joulemeters. Gay-Lussac.

Notulen vakgroepvergadering natuurkunde

23 februari 2016

Aanwezig: Timo (voorzitter), Ben, Sander (notulist)

- 1. Opening door Timo in lokaal C006 om 14:20 uur**
- 2. Evaluatie vakkenvoorlichting**
 - a. Gaat naar volgende vergadering 22 maart,**
- 3. Vraag vanuit decanaat:**
 - a. Welke inhoud kun je als vakgroep geven aan dit kerndoel in 2016-2017?
 - i. Wij zullen per onderwerp bij natuurkunde bewust aangeven welke onderwerpen bij natuurkunde aansluiten bij welke opleidingen.
 - b. Welke vormen acht je als vakgroep passend, uitnodigend en effectief voor welke jaarlagen en/of doelgroepen in 2016-2017?
 - i. Wij willen een poster maken (evt. in samenspraak met BIO en SK) waarin deze opleidingen per onderwerp duidelijk weergegeven staan.

- c. Wat heb je als individuele docent en/of als vakgroep nodig om dit kerndoel te verwezenlijken vanaf 2016-2017?
 - i. Dit overleggen wij nog verder in vakgroepvergadering 22 maart.

4. Speerpunten:

- a. Digitalisering er zijn inmiddels codes van coach beschikbaar voor docenten
 - i. Coach kun je als docent downloaden (zie mail van WEB 22 feb 2016)
 - ii. April 2016: Bespreken eventuele nieuwe methodes
 - iii. Sander bekijkt 2 methodes,
 - iv. Timo bekijkt methode van Newton o.a. met Jan Otterman
- b. Taal en rekenbeleid
 - i. Taalbeleid blijven we op letten in 3^e klas en VWO 4
 - ii. Voor het rekenbeleid zal Timo nog overleggen met wiskunde over hun leerlijn.
- c. Doorlopende leerlijn:
 - i. Informatie vanuit werkgroep bèta onderbouw komt eraan,
 - 1. Daarnaast wordt het programma havo en vwo (NiNa) constant geëvalueerd.
 - ii. Zelf gaan wij verder met doorlopende leerlijn practica
 - 1. Voor 22 maart stelt iedereen een lijst op met practicumvaardigheden die nodig is per jaarlaag.
 - 2. Wat zijn de moeilijkheden bij practica in de derde klas?
- d. Borging streefcijfers
 - i. Dit jaar eerste keer nieuwe programma VWO 6
 - ii. Timo vraagt Rita om specifieke informatie doorstroomcijfers/leerlingresultaten/adviseringen 3^e klas etc...

5. Practica

- a. VWO4 Practica
 - i. Guy-Lussac (vrijdag 26 feb + na vakantie)
 - ii. Trekdroppracticum → Na de toetsweek
- b. VWO5 Practica
 - i. Proef van Melde is er niet meer → filmpje!
 - ii. Quincke staat klaar,
 - iii. Lichtsluisjes met autootjes staat nog klaar,
 - iv. Interferentie moet VPS nog doen
 - v. Hierna: Elektromagnetisme
- c. VWO6
 - i. Constante van Planck bepalen met LED-jes → BMF na de toetsweek (14-22 maart)
Sander heeft deze al gedaan, ging redelijk goed
- d. Havo 4 Pratica
 - i. Joulemeter → SWR gedaan, DRM woensdag, VPS donderdag
 - ii. Bol en ring van 's Gravenzande → DEMO
 - iii. Komt er nog aan:
 - 1. Elektriciteit (na de toetsweek ongeveer 4 a 5 lessen over 4 weken)
 - a. Sander drukt boekjes af
 - 2. Statische elektriciteit (doekjes en verschillende materialen voor opwrijven)
- e. Havo 5
 - i. Geen practica meer
- f. Derde klas?
 - i. Elektriciteit?

6. Afsluiting

- a. Rondvraag:
 - i. Sander organiseert de vakgroepborrel in zijn nieuwe woning

- ii. Ben: Lijstje van practicumvaardigheden sturen naar iedereen? Ja, voorafgaand aan de vergadering graag de lijstjes via de mail sturen naar iedereen.
- b. Sluiting vergadering 14:52 uur.

9.10 Bijlage 10: Start van doorlopende leerlijn praktische vaardigheden

Practicumvaardighedenlijst totaal

A. Natuurweten-schappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	B. Gebruik van apparatuur; uitvoeren van gangbare werkwijzen	C. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek	D. Affectieve en sociale doelen	E. Digitale middelen
Observeren	Stopwatch	Schakelschema's interpreteren (schakelingen bouwen)	Samenwerken (taakverdeling)	Videometingen (coach 7)
Analyseren	Thermometer	Bouwtekeningen/ Amerikaanse projectie maken/interpreteren	Samenwerken (sociaal)	Modelleren (coach 7)
Redeneren	Schuifmaat	Interpreteren van schematische weergaves	Presentatievaardigheden	Werken in excel (grafieken maken, trendlijn etc..)
Conclusie trekken uit resultaten	Liniaal	Tabellen maken	Actief leren	Systematic
Afleiden verband uit meetgegevens	Mobiele telefoon	Diagrammen maken	Motivatie	
Lineair verband maken (asaanpassing)	Glaswerk (maatcilinders, beker glas, etc..)	Meetrapport maken	Afwisseling	
Eenhedenbeschouwing	Micrometer	Practicumverslag maken		
Significantie	Elektronische balans	Natuurwetenschappelijk verslag schrijven		
	Meetlinten	Grafieken tekenen (vloeiende grafiek, meetpunten in kruisjes)		
	Multimeter	Interpoleren en extrapoleren		
	Brander	Hypothese stellen		
	Veerunster/ krachtmeter	Veiligheid		
	Lichtsluisjes	Onderzoeksvraag bedenken		
	Geodriehoek/gradenboog	Netjes werken en opruimen		
	Oscilloscoop	Uitvoeren van practicumrecept		
	Lichtkastje	Bronnenonderzoek		
	Voeding	Onderzoeksplan maken		
	Batterijen	Herhaalmetingen		
	Kleurcodering weerstanden	Stapelmetingen		
	Analoge spannings- en ampèremeters	Ontwerpcyclus		
	Decibelmeter	Betrouwbaarheid meting		
	Lucifers	Validiteit meting		
	Lenzen			
	Statiefmateriaal			

9.11 Bijlage 11: Proefwerken derde en vierde klas vergeleken

Toets hoofdstuk 3, Pulsar

Havo 3

januari 2013, VPS

(1/2)

Naam leerling:

Klas:

Datum:

Lees de vragen eerst goed door en maak eerst de vragen die je het makkelijkst lijken, SUCCES!

Je mag gebruiken: gewone rekenmachine, pen, potlood, geodriehoek, gum

Vraag 1) In een draaimolen zitten 500 lampen van elk 60 W en de elektromotor die de draaimolen aandrijft heeft een vermogen van 25kW.

- Wat is het totale elektrische vermogen van de draaimolen? Bereken.
- Hoeveel kWh wordt er verbruikt in 8 uur draaien? Bereken.
- Als een kWh 20 cent kost, wat zijn dan de elektriciteitskosten per uur? Bereken.

Vraag 2) Ik heb thuis de kerstverlichting opgebergd en het viel me op dat de lichtjes in serie met elkaar geschakeld waren.

- Teken 3 van deze lampjes die in serie geschakeld zijn.
- Hoe zien deze lampjes eruit als ze parallel geschakeld worden? Teken dit ook.
- Deze drie lampjes zijn serie geschakeld en worden aangesloten op een batterij van 6 Volt. Welke spanning staat er over elk gelijkwaardig lampje?
- En als de lampjes parallel geschakeld worden? Hoeveel Volt staat er dan over elk lampje?

Vraag 3) Versnellen

- Leg uit wat versnelling is. Schrijf ook de eenheid van versnelling op.
- Als ik een steen van grote hoogte laat vallen, zal deze steen op een gegeven moment een constante snelheid krijgen. Waarom gaat de steen niet steeds sneller? Leg uit.
- Op 10 km hoogte zitten er minder luchtmoleculen in een bepaald volume dan dichterbij de aarde in datzelfde volume. Welke van de twee grafieken (nummer 2 of 3) in de bijlage hoort bij het vallen van een steen op 10 km hoogte? Leg uit.
- Wat is de snelheid van het voorwerp van grafiek 1 na 8 sec? Bereken dit.

Vraag 4) Japie heeft een achtbaan ontworpen (zie bijlage). Op het traject dat hij heeft ontworpen zit geen takel die eventueel een karretje zou kunnen helpen. Gaat dit traject goed werken? Leg uit waarom wel/niet en gebruik in je uitleg de zinnen: “zwaarteenergie omgezet in bewegingsenergie” en “wet van behoud van energie”.

Vraag 5) Die draaimolen weer.

- Geef de formule om de baansnelheid te berekenen van een voorwerp in een cirkelbeweging.
- De draaimolen draait 12 rondjes en doet daar 2min12sec over. Als jij in de draaimolen zit op een afstand van 3 meter van het midden, wat is dan jouw baansnelheid? Bereken dit.

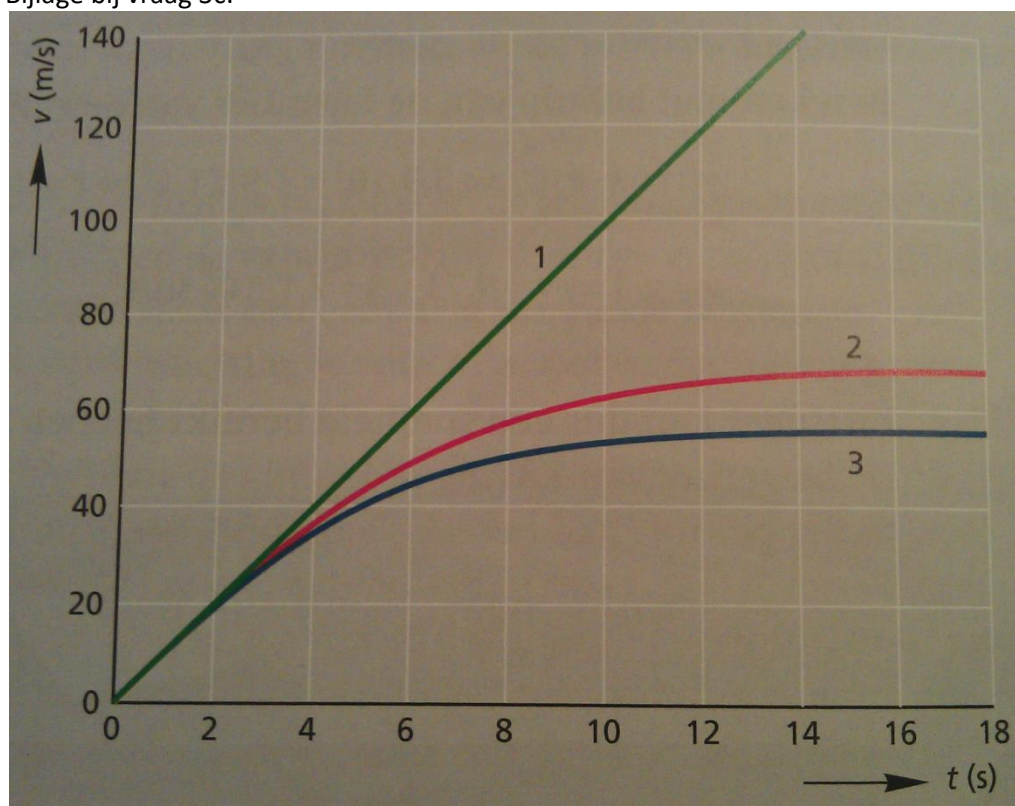
(2/2)

Naam leerling:

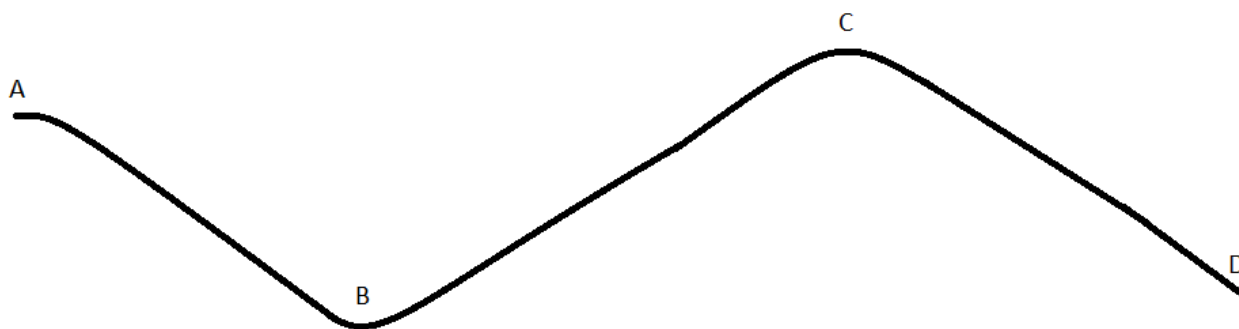
Klas:

Datum:

Bijlage bij vraag 3c:



Bijlage bij vraag 4:



Je mag bij deze toets gebruiken:

- (grafische) rekenmachine,
- Binas,
- Potlood, pen, geodriehoek etc...

Deze toets bestaat uit 5 opgaven en 1 uitwerkbijlage, SUCCES!

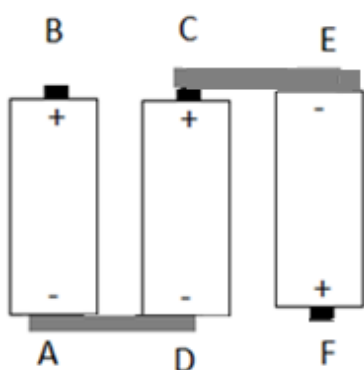
Opgave 1) Lading 4 ptn

Een stuk doek wordt door opwrijven geladen vanwege het feit dat er elektronen overgedragen worden aan het materiaal dat wordt opgewreven. De elektronen gaan dus weg van de doek. Er worden $1,35 \cdot 10^{20}$ elektronen overgedragen.

- 2 ptn Krijgt de doek een positieve of negatieve lading? Leg kort uit.
- 2 ptn Toon aan dat de lading van de doek gelijk is aan (+ of -) 22 C.

Opgave 2) Batterijen 3 ptn

In figuur 1 zie je drie batterijen door middel van de grijze verbindingen aan elkaar geschakeld. Elke afzonderlijke batterij heeft een spanning van 1,5 V.
Maak tabel 1 naast de tekening af, geef aan wat de spanning is tussen de genoemde aansluitpunten.



Tabel 21. Spanning over drie batterijen

U_{AB} (V)	1,5
U_{AC} (V)	
U_{AD} (V)	
U_{AE} (V)	
U_{AF} (V)	

Opgave 3) Weerstand van een draad 7 ptn

Een nichroomdraad met een lengte van 7,5 meter wordt in serie geschakeld met een lampje. Op dit lampje staat het volgende vermeld: 6,0 V en 2,5 W. Dit betekent dat het lampje optimaal

werkt als er een spanning van 6,0 V overheen staat; het vermogen is dan 2,5 W. In deze opgave ga je ervan uit dat het lampje optimaal werkt.

- 2 ptn Bereken de stroomsterkte door het lampje.

De spanning over het lampje is 6,0 Volt, terwijl de spanning van de bron 6,2 Volt is.

- 2 ptn Bereken de weerstand van de nichroomdraad.
- 3 ptn Bereken de dwarsdoorsnede van de nichroomdraad in m^2 . Gebruik $R = 0,12 \, \Omega$ als je bij b geen antwoord hebt gevonden.

Opgave 4) Combinatie van weerstanden 6 ptn

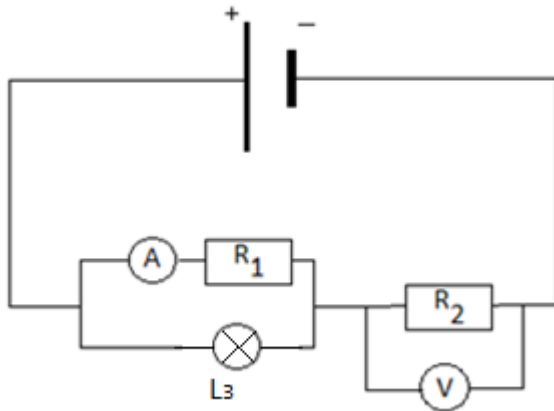
Gebruik figuur 2 voor het beantwoorden van de vragen. De volgende gegevens zijn bekend over fig. 2:

$R_1 = 20 \, \Omega$, $R_2 = 100 \, \Omega$, $R_{L3} = 12 \, \Omega$ en de spanningsbron levert een spanning van 20 V.

- 4 ptn Bereken de spanning U_{R2} die de spanningsmeter in de figuur zal aangeven.

De weerstand van R_1 wordt verhoogd.

- 2 ptn Leg uit of lampje L_3 feller of minder fel zal gaan branden (gebruik evt. een berekening als uitleg).



Figuur 6. Een elektrische schakeling van een spanningsbron, twee ohmse weerstanden, een lampje, een spanningsmeter en een ampèremeter

Opgave 5) Combinatie van elektrotechnische componenten

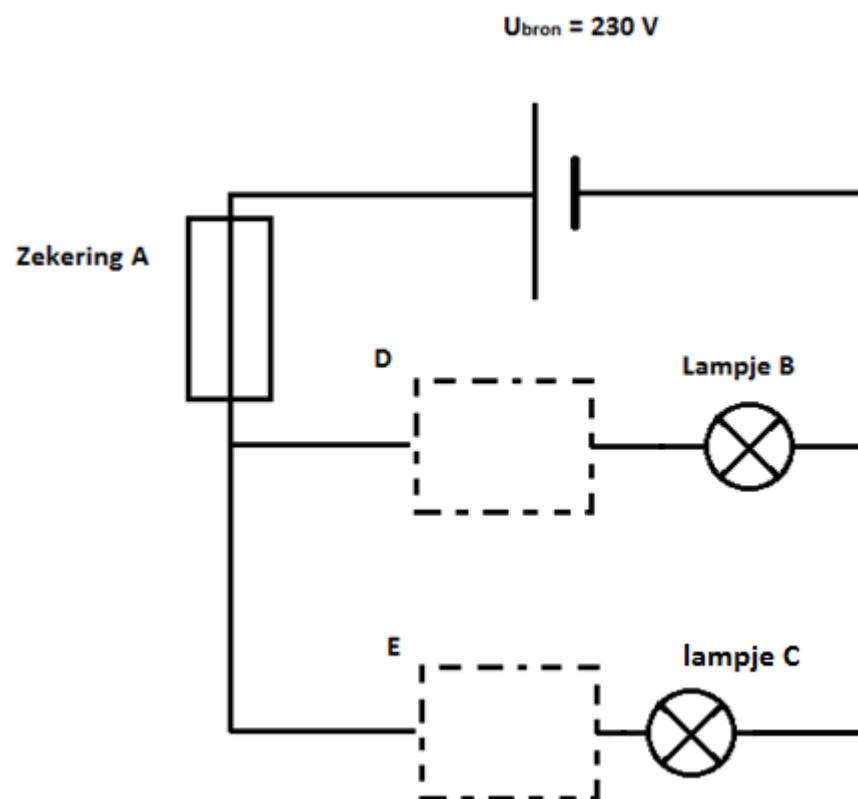
7 ptn

Op de uitwerkbijlage in figuur 3 is een incomplete schakeling afgebeeld. De schakeling bestaat uit een spanningsbron van 230 V, zekering A, een lampje B, een lampje C en twee lege plekken D en E.

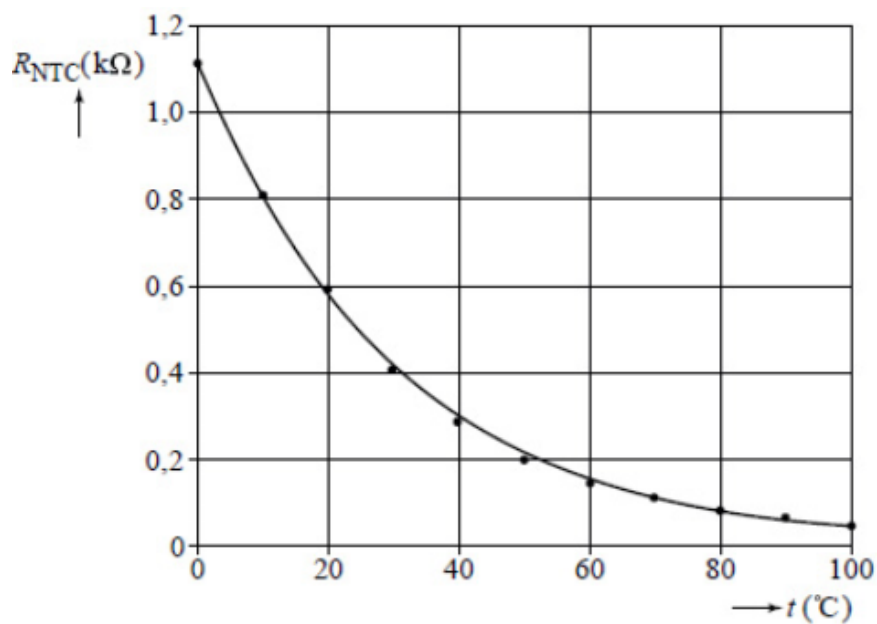
- a. 1pt Teken bij D een LED met het juiste symbool, zodat het lampje brandt.
- b. 1pt Teken bij E een NTC.
- c. 2ptn Leg uit hoe de NTC het branden van het lampje beïnvloedt wanneer de temperatuur stijgt.

Gebruik figuur 3 en 4 voor het beantwoorden van de volgende vragen. Op een bepaald moment is de stroomsterkte door lampje B 9,0 A, de weerstand van lampje C is $20\ \Omega$ en de temperatuur in de ruimte is 75°C . Zekering A heeft geen weerstand en kun je dus beschouwen als een gewone draad.

- d. 3ptn Bereken de stroomsterkte door zekering A.



Figuur 7. Incomplete schakeling



Figuur 8. Weerstand/temperatuur grafiek behorende bij NTC van opgave 5c

Gecoördineerde toets klas 3 VWO

Datum 12 maart Pulsar Hoofdstuk 5

Opdracht 1 2 punten

Geef kort m.b.v. een tekening weer hoe een luidspreker werkt en benoem de 3 belangrijkste onderdelen.

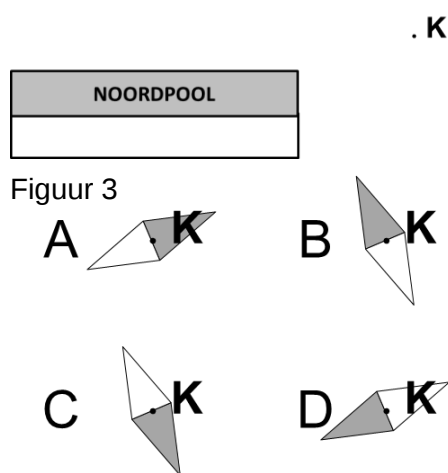
Opdracht 2 2 punten

Geef in een tekening weer hoe de magnetische veldlijnen van een magneet lopen.

Opdracht 3 2 punten

In figuur 3 is het punt K getekend. We plaatsen een kompas in het punt K. Figuur 4 toont 4 mogelijke standen van de kompasnaald.

Is de stand van de kompasnaald goed getekend in stand A, B, C of D?



Figuur 3

Figuur 4

Opdracht 4 4 punten

Neem onderstaande tabel over en vul hem compleet in op je papier.

grootheid	symbool grootheid	eenheid	symbool eenheid
Stroomsterkte	P	Volt	kWh
		Ohm	

Opdracht 5 4 punten

Een radio met een vermogen van 120 W is aangesloten op het lichtnet. Bereken de weerstand van de radio in Ohm.

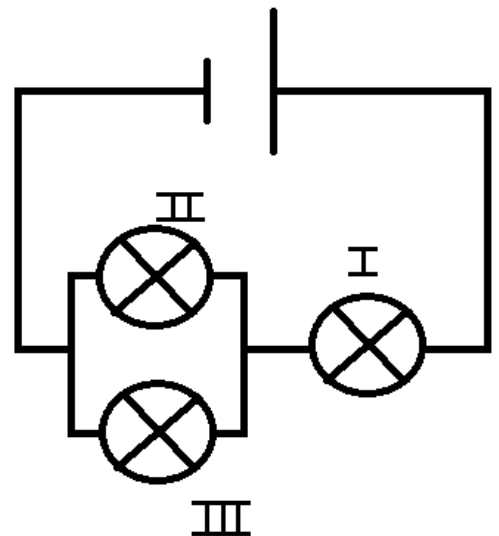
Opdracht 6 3 punten

Op een lamp staat vermeld dat hij een vermogen heeft van 80 Watt. Bereken hoe groot de stroomsterkte is als de lamp wordt aangesloten op het lichtnet.

Opdracht 7 10 punten

In deze opdracht moet je uiteindelijk een gecombineerde schakeling van 3 lampjes, een batterij, een voltmeter en een ampèremeter tekenen. Lees de opdracht om te zien hoe deze schakeling er precies uitziet. Lampje 1 staat in serie met 2 parallel geschakelde lampjes (lampjes 2 en 3). De batterij levert een spanning van 6,0 V en een stroomsterkte van 400 mA. Door lampje 3 loopt een stroomsterkte van 100 mA. Over lampje 1 staat een spanning van 2 V.

- Neem de tekening over en plaats een ampèremeter om de stroomsterkte van lampje 3 te meten
- Plaats in de tekening een Voltmeter om de spanning over lampje 1 te meten
- Bereken het vermogen van lampje 2
- Bereken de weerstand van lampje 3.



Opdracht 8 7 punten

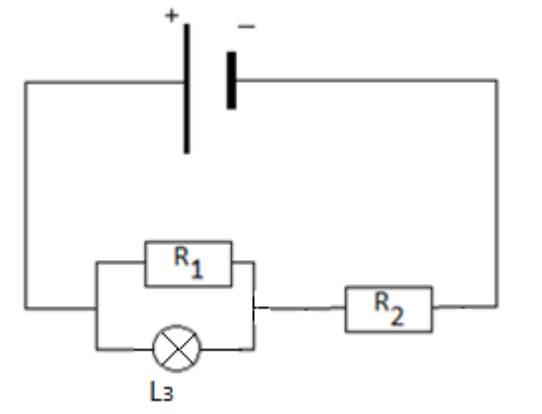
In een schakeling zijn twee lampjes in serie geschakeld.

Over lampje 1 staat 4,0 V en de stroomsterkte door lampje 1 is 0,25 A. Lampje 2 verbruikt 2,2 W en er gaat een stroom doorheen van 220 mA.

- Bereken de totale weerstand van de beide lampjes.
- De lampjes branden 2,5 uur. Bereken de elektrische energie die verbruikt wordt door beide lampjes.

Bonusvraag (maak deze vraag pas als je alle andere vragen af hebt!)

In onderstaande schakeling is een lampje (L3) en twee weerstanden (R1 en R2) geschakeld met een batterij. Als weerstand R1 wordt vervangen door een grotere weerstand, zal lampje L3 dan feller, minder fel of even fel gaan branden? Geef een duidelijk uitleg.



Je mag bij deze toets gebruiken:

- (grafische) rekenmachine,
- Binas,
- Potlood, pen, geodriehoek etc...

Dit proefwerk bestaat uit 5 opgaven, SUCCES!

Opgave 1) Lading

Een stuk doek wordt door opwrijven geladen vanwege het feit dat er elektronen overgedragen worden aan het materiaal dat wordt opgewreven. De elektronen gaan dus weg van de doek. Er worden $1,35 \cdot 10^{20}$ elektronen overgedragen.

- c. Toon aan dat de lading van de doek gelijk is aan (+ of -) 22 C. Geef ook aan of dit positief of negatief is.

Meneer Gilbert ontladde de doek in 450 ms.

- d. Bereken de stroomsterkte waarmee de doek wordt ontladen.

Opgave 2) Weerstand van een draad

Een nichroomdraad met een lengte van 7,5 meter wordt in serie geschakeld met een lampje. Op dit lampje staat het volgende vermeld: 6,0 V en 2,5 W. Dit betekent dat het lampje optimaal werkt als er een spanning van 6,0 V overheen staat, het vermogen is dan 2,5 W. In deze opgave ga je ervanuit dat het lampje optimaal werkt.

- d. Teken het schakelschema van bovenstaande schakeling.
e. Bereken de stroomsterkte door het lampje als deze optimaal brandt.

In deze situatie geeft de spanningsbron 6,1 V aan en er staat dus 6,0 V over het lampje.

- f. Toon aan dat de weerstand van de nichroomdraad 0,24 Ω bedraagt.
g. Bereken de dikte (diameter) van de nichroomdraad.

Opgave 3) Combinatie van weerstanden

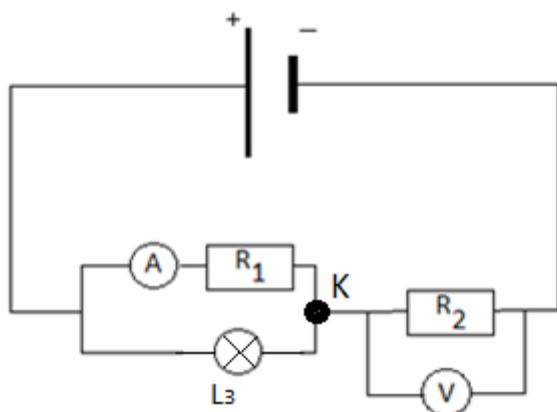
Gebruik figuur 1 voor het beantwoorden van de vragen. De volgende gegevens zijn bekend over fig. 1:

$R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_{L3} = 12 \Omega$ en de spanningsbron levert een spanning van 20 V.

- c. Bereken de spanning U_{R2} die de spanningsmeter in de figuur zal aangeven.
d. Bereken de stroomsterkte die de stroommeter in deze figuur aangeeft.

De weerstand van R_1 wordt verhoogt.

- e. Leg uit of lampje L_3 feller of minder fel zal gaan branden (gebruik evt. een berekening als uitleg).



Figuur 9. Een elektrische schakeling van een spanningsbron, twee ohmse weerstanden, een lampje, een spanningsmeter en een ampèremeter

Opgave 4) Combinatie van elektrotechnische componenten

Op de uitwerkbijlage in figuur 2 is een incomplete schakeling afgebeeld. De schakeling bestaat uit een spanningsbron van 230 V, een zekering A, een lampje B, een lampje L_3 en twee lege plekken D en E. Zekering A is een 12 A zekering.

- e. Teken bij D een LED met het juiste symbool, zodat de LED kan gaan branden.
- f. Teken bij E een NTC.
- g. Leg uit of lampje L_3 harder of zachter gaat branden als de temperatuur hoger wordt.

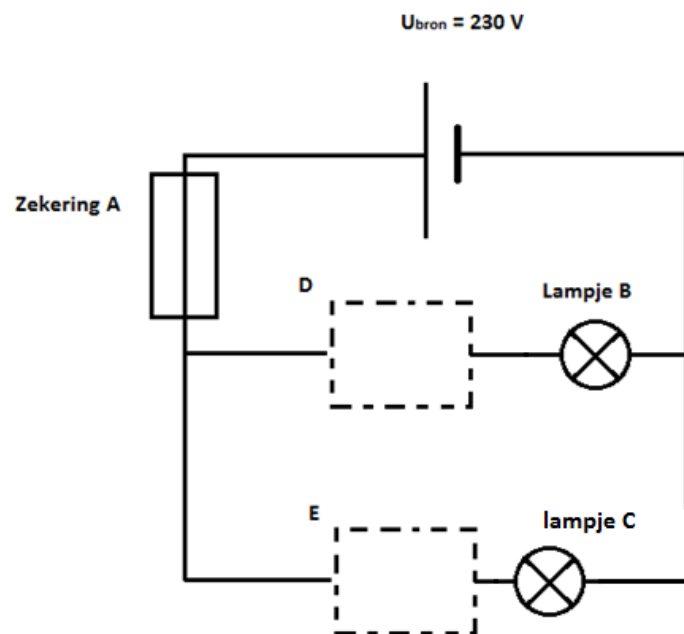
Gebruik de informatie in figuren 2 en 3 voor het beantwoorden van de volgende vraag. Op een bepaald moment is de stroomsterkte door lampje B 9,0 A, de weerstand van lampje C is $20\ \Omega$ en de temperatuur in de ruimte is 75°C .

- h. Bereken of zekering A voldoet voor deze schakeling.

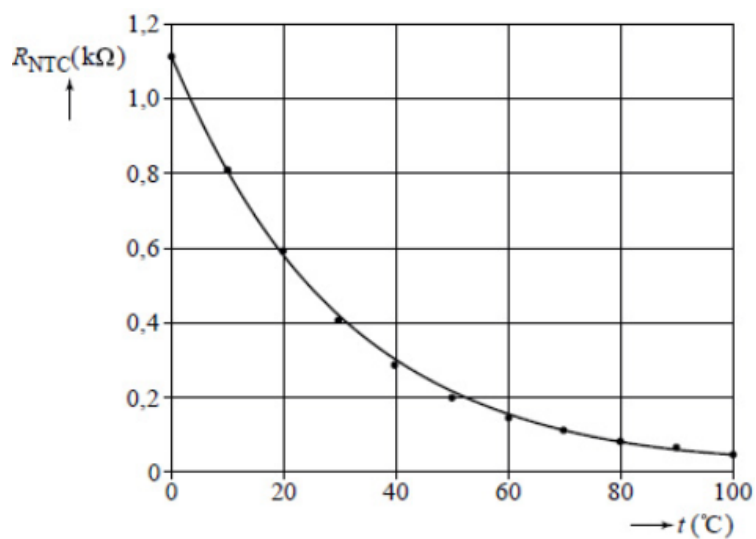
Opgave 5) Rendement van een waterkoker

De soortelijke warmte van water is $4,18 \cdot 10^3\ \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Pieter kookt 450 g water in een waterkoker. De begintemperatuur was 21°C . Het rendement van de waterkoker is 92,2% en het vermogen van de waterkoker is 1,00 kW.

Bereken de tijd die de waterkoker erover heeft gedaan om het water tot koken te brengen.



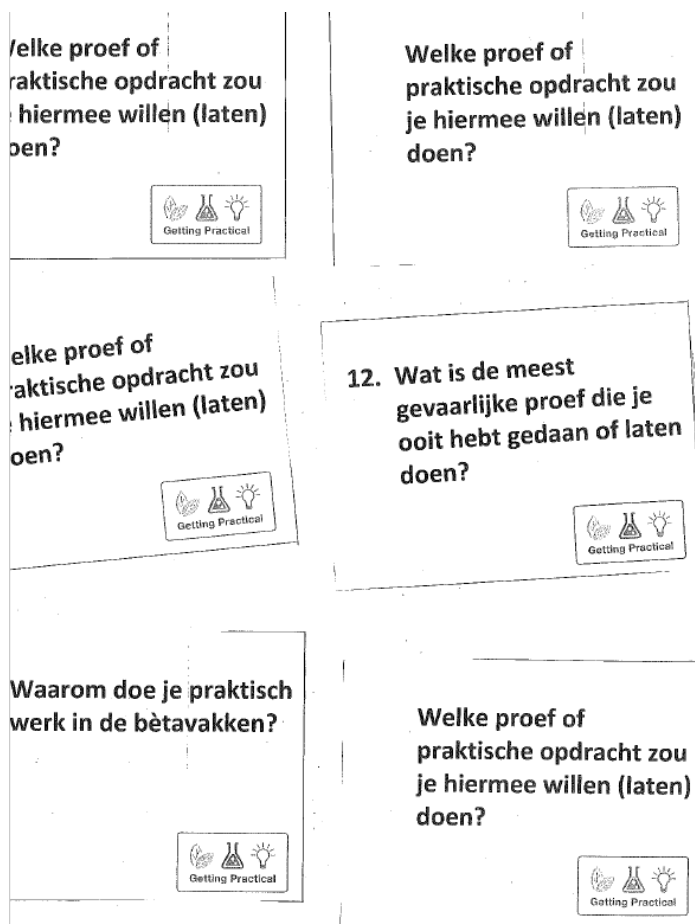
Figuur 10. Incomplete schakeling



Figuur 11. Weerstand/temperatuur grafiek behorende bij NTC van opgave 5c

9.12 Bijlage 12: Bijeenkomst 1 brainteaser

Onderstaande figuur laat enkele vragen zien die tijdens de brainteaser werden gesteld aan deelnemende docenten.



Onderstaande figuur laat enkele bedachte proeven zien bij willekeurige huis-, tuin- en keuken voorwerpen die meegenomen waren.

versnelling bepalen
energie omzetten
of andere energie?
te energie omzetten
of bewegingsenergie
of beweging (met
enz.)

Druk

Hefboomregel controleren.
Hoeveel kracht heb je nodig?
Hoeveel kracht ontraakt er?

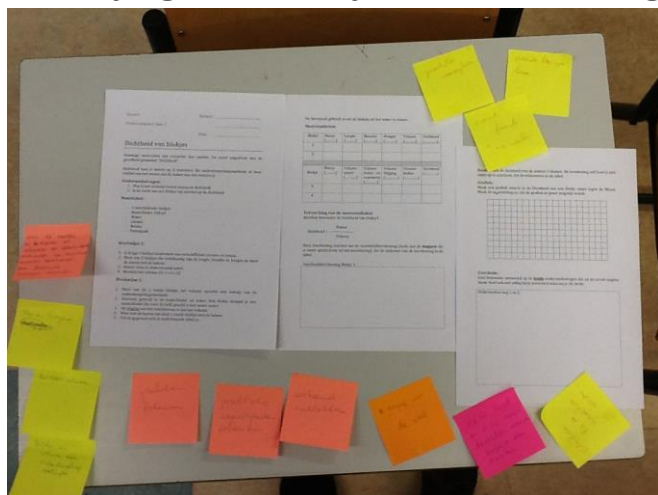
licht krak
plastic zak
ken - opblazen.
Is het max
gewicht dat je
te deze zak kunt
gillen

Proef water koken.
Branden - driepoot -
bekinglas - door ld.
→ instabiele opstelling
kookend water over
tafel en leestling.

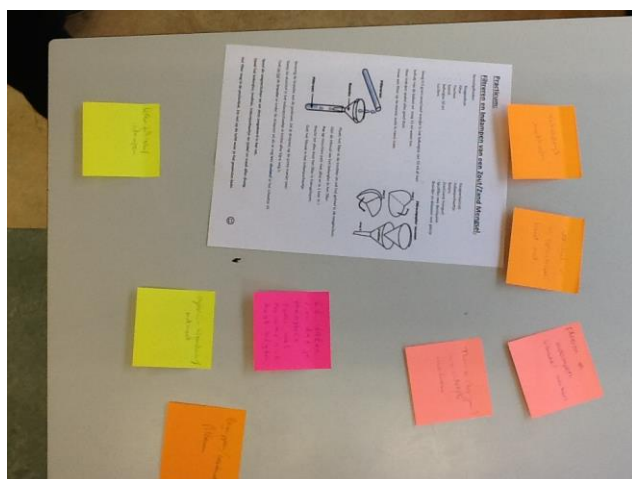
is mijn week.
ondersteunen door practi
doezoek uitvoeren
digheden aanleeren.
inlezing van lessen

Bepaal de verhouding
(inhoud)
tussen de brede blauwe
band op de beker en
de brede groene band.
(de breedte van beiden is
gelijk)

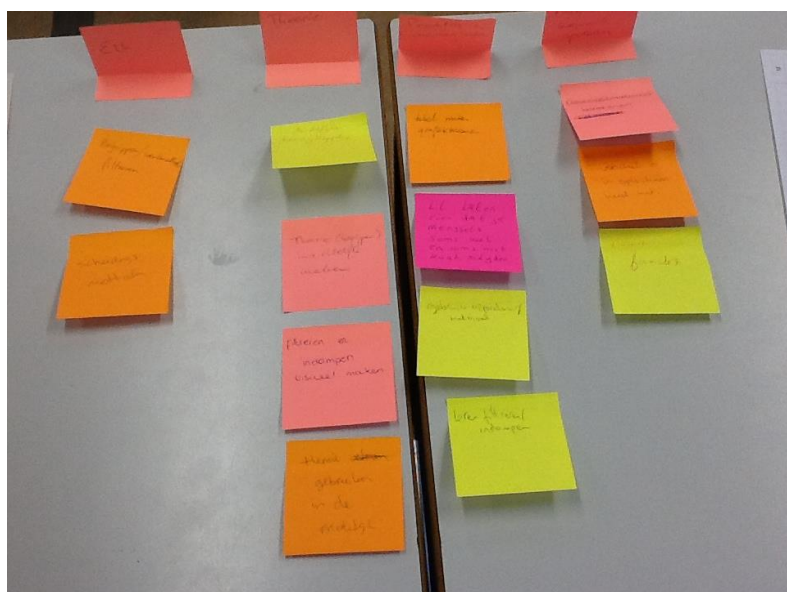
9.13 Bijlage 13: GP bijeenkomst 1, categoriseren van practicumdoelen



Doelen geplakt bij practicum over dichtheid



Doelen geplakt bij practicum over indampen/filtreren



Categorisatie van doelen in de volgende categorieën (vlnr): Begrijpen leren, theorie leren, vaardigheden leren, rekenen.

9.14 Bijlage 14: Bijeenkomst 1 blauwe formulieren

Blauw formulier behorende bij practicum filtreren en indampen, klas 1 science.

Eén praktische activiteit doorlichten (VO)



ACTIVITEIT: <i>Filteren en indampen</i>		Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit? (Ik plande dat mijn leerlingen in staat waren om...)												
		A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen			B. Gebruik van apparatuur, uitvoeren van gangbare werkwijzen		C. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek				D. Affectieve en sociale doelen		Andere leerdoelen (aangeven welke)	
							C2. Bepaalde aspecten leren van het doen van onderzoek							
Wat wilde je dat de leerlingen ervan leren?		A1. Weergeven wat is waargenomen			B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	☒	C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet					D1. Motiveren		
Wat hebben de leerlingen gedaan?		A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)	☒		B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen		C2a. Een onderzoeksvraag stellen					D2. Actief leren	☒	
Wat deed je zelf en welke vragen stelde je hen?		A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen	☒				C2b. Een plan van aanpak opstellen					D3. Samenwerken leren/stimuleren	☒	
Wat hebben de leerlingen ervan geleerd?							C2c. Risico's evalueren							
Hoe weet je dat, hoe kun je dat aantonen?							C2d. Relevante gegevens verzamelen	☒						
Hoe zou je kunnen bereiken dat ze er meer van leren?							C2e. Gegevens effectief presenteren	☒						
							C2f. Gegevens verwerken en interpreteren	☒						
							C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens							
							C2h. De getrokken conclusies evalueren							
		<i>- mental goed,</i> <i>- wat zit er in het filter, wat is oplosstof, wat heb je over in het scheidingsvat</i> <i>- aan de hand van vragen, of ze begrijpen.</i> <i>voorkeuren zelf, evaluatie achteraf, problemen (peel) geven om te krijgen of ze niet snappen</i>												

Eén praktische activiteit doorlichten (VO)



		Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit? (Ik plande dat mijn leerlingen in staat waren om...)																
		A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen			B. Gebruik van apparatuur; uitvoeren van gangbare werkwijzen		C. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek						D. Affectieve en sociale doelen		Andere leerdoelen (aangeven welke)			
							C2. Bepaalde aspecten leren van het doen van onderzoek											
ACTIVITEIT: Practicumtoets Dichtheid...	Wat wilde je dat de leerlingen ervan leren?	A1. Weergeven wat is waargenomen				B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen				C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet								
	Wat hebben de leerlingen gedaan?	A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)				B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen				C2a. Een onderzoeksvraag stellen								
	Wat deed je zelf en welke vragen stelde je hen?	A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen								C2b. Een plan van aanpak opstellen								
	Wat hebben de leerlingen ervan geleerd?								C2c. Risico's evalueren									
	Hoe weet je dat, hoe kun je dat aantonen?								C2d. Relevante gegevens verzamelen									
	Hoe zou je kunnen bereiken dat ze er meer van leren?								C2e. Gegevens effectief presenteren									
									C2f. Gegevens verwerken en interpreteren									
									C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens									
									C2h. De getrokken conclusies evalueren									
										D1. Motiveren								
									D2. Actief leren									
									D3. Samenwerken leren/stimuleren									

Handwritten notes:

- practicum toets over dichtheid. Massa meten. Druk meten + onderdompelmethode.
- het is een toets.
- Door de resultaten herhalen en niet te veel in een practicum willen "leren".

Eén praktische activiteit doorlichten (VO)



Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit? (Ik plan de dat mijn leerlingen in staat waren om...)		Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit? (Ik plan de dat mijn leerlingen in staat waren om...)	
A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	B. Gebruik van apparatuur; uitvoeren van gangbare werkwijzen	C1. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek	
		C2. Bepaalde aspecten leren van het doen van onderzoek	
D. Affektieve en sociale doelen		Andere leerdoelen (aangeven welke)	
A1. Weergeven wat is waargenomen		D1. Motiveren	
A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)		D2. Actief leren	
A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen		D3. Samenwerken leren/stimuleren	
B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen			
B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen			
C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet			
C2a. Een onderzoeksvraag stellen			
C2b. Een plan van aanpak opstellen			
C2c. Risico's evalueren			
C2d. Relevante gegevens verzamelen			
C2e. Gegevens effectief presenteren			
C2f. Gegevens verwerken en interpreteren			
C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens			
C2h. De getrokken conclusies evalueren			
Wat wilde je dat de leerlingen ervan leren?			
Wat hebben de leerlingen gedaan?			
Wat deed je zelf en welke vragen stelde je hen?			
Wat hebben de leerlingen ervan geleerd?			
Hoe weet je dat, hoe kun je dat aantonen?			
Hoe zou je kunnen berekenen dat ze er meer van leren?			

ACTIVITEIT:
terugkaatsing

$C1 = C2$

Goede instructie van leerdoelen en materiaal ligt

invalidele 75% gaaf

voor en evaluatie

Eén praktische activiteit doorlichten (VO)



Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit? (Ik plan de dat mijn leerlingen in staat waren om...)		Wat wilde je dat de leerlingen ervan leren?		Wat hebben de leerlingen gedaan?		Wat deed je zelf en welke vragen stelde je hen?		Wat hebben de leerlingen ervan geleerd?		Hoe weet je dat, hoe kun je dat aantonen?		Hoe zou je kunnen bereiken dat ze er meer van leren?	
A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen		B. Gebruik van apparatuur, uitvoeren van gangbare werkwijzen		C1. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek		C2. Bepaalde aspecten leren van het doen van onderzoek		D. Affectieve en sociale doelen		Andere leerdoelen (aangeven welke)			
A1. Weergeven wat is waargenomen	☒	B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	☒	C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet	☒	D1. Motiveren	☐						
A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)	☒	B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	☒	C2a. Een onderzoeksvraag stellen	☒	D2. Actief leren	☐						
A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen	☒			C2b. Een plan van aanpak opstellen	☒	D3. Samenwerken leren/stimuleren	☐						
				C2c. Risico's evalueren	☒								
				C2d. Relevante gegevens verzamelen	☒								
				C2e. Gegevens effectief presenteren	☒								
				C2f. Gegevens verwerken en interpreteren	☒								
				C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens	☒								
				C2h. De getrokken conclusies evalueren	☒								
ACTIVITEIT: <i>Trekdoppracticum</i>													
<i>metingen gedaan om de werkwijze te verslag. Verwerking was prima.</i> <i>Zorgen dat de werkwijze goed ging. Help bieden als de kinderen vastliepen.</i>													
<i>Dat kun je terug zien in hun verslag.</i>													
<i>Alleen meten of kennis of proces. Niet op beide.</i>													

Eén praktische activiteit doorlichten (VO)

 Getting Practical

Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit?
(Ik plande dat mijn leerlingen in staat waren om...)

A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	B. Gebruik van apparatuur, uitvoeren van gangbare werkwijzen	C. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek								D. Affectieve en sociale doelen			Andere leerdoelen (aangeven welke)	
		C1. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek				C2. Bepaalde aspecten leren van het doen van onderzoek				D1. Motiveren	D2. Actief leren	D3. Samenwerken leren/stimuleren		
A1. Weergeven wat is waargenomen		C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet	C2a. Een onderzoeksvraag stellen	C2b. Een plan van aanpak opstellen	C2c. Risico's evalueren	C2d. Relevante gegevens verzamelen	C2e. Gegevens effectief presenteren	C2f. Gegevens verwerken en interpreteren	C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens	C2h. De getrokken conclusies evalueren	D1. Motiveren	D2. Actief leren	D3. Samenwerken leren/stimuleren	
A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)														
A3. Een concept, verkfaring, model of theorie beter begrijpen														
B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen														
B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen														
ACTIVITEIT: Water koken		X												
Wat wilde je dat de leerlingen ervan leren?	X													
Wat hebben de leerlingen gedaan?														
Wat deed je zelf en welke vragen stelde je hen?														
Wat hebben de leerlingen ervan geleerd?	X													
Hoe weet je dat, hoe kun je dat aantonen?														
Hoe zou je kunnen bereiken dat ze er meer van leren?														

water koken m.b.v. brander, waarnemen, meting temperatuur
conclusies trekken
wat ze je?

naam: practicum
keuze:

herhaling in andere vorm.

Blauw formulier behorende bij practicum wegschieten karretje, vwo 5 natuurkunde. Dit is ook het practicum die als interventie is gebruikt.

Eén praktische activiteit doorlichten (VO)



ACTIVITEIT:

Wegschieten karretje

Wat zijn de leerdoelen van een praktische activiteit?
(Ik plan de dat mijn leerlingen in staat waren om...)

A. Natuurwetenschappelijke kennis en inzicht ontwikkelen	B. Gebruik van apparatuur; uitvoeren van gangbare werkwijzen	C. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek	D. Affectieve en sociale doelen	Andere leerdoelen (aangeven welke)
☒ A1. Weergeven wat is waargenomen		☐ C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet		
☒ A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (bijv. overeenkomst, verschil, trend)		☐ C2a. Een onderzoeksvraag stellen		
☒ A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen		☐ C2b. Een plan van aanpak opstellen		
	☒ B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	☐ C2c. Risico's evalueren		
	☒ B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	☒ C2d. Relevante gegevens verzamelen		
		☒ C2e. Gegevens effectief presenteren		
		☒ C2f. Gegevens verwerken en interpreteren		
		☒ C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op grond van de gegevens		
		☒ C2h. De getrokken conclusies evalueren		
			☒ D1. Motiveren	
			☒ D2. Actief leren	
			☒ D3. Samenwerken leren/stimuleren	

Wat wilde je dat de leerlingen ervan leren?

Wat hebben de leerlingen gedaan?

Wat deed je zelf en welke vragen stelde je hen?

Wat hebben de leerlingen ervan geleerd?

Hoe weet je dat, hoe kun je dat aantonen?

Hoe zou je kunnen bereiken dat ze er meer van leren?

9.15 Bijlage 15: Notulen bijeenkomsten Getting Practical

Notulen Getting Practical bijeenkomst 1&2

Bijeenkomst 1 (13 okt 2015)

Aanwezig: BMF, VKS, CPS, SWR, WEB, KHM, DRM, KTG, VPS

Alle aanwezigen is gevraagd een eigen practicum mee te nemen, iedereen heeft dit meegenomen digitaal of op papier.

Ijsbreker

Iedereen krijgt een voorwerp en een kaartje met de opdracht om een practicum te verzinnen of een kaartje met een vraag over praktica.

Uitleg Getting Practical + practicumdoelen opstellen

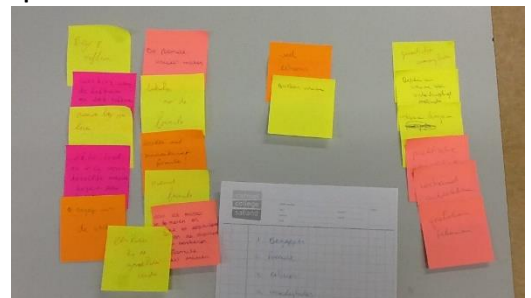
Van te voren was al bekend dat de methode Getting Practical binnen de vakgroep gegeven zou worden door VPS. In deze bijeenkomst werd nog even toegelicht wat Getting Practical inhield, wat mensen konden verwachten en wat het doel is. Aanwezigen gingen daarna aan de slag met het verzinnen van hun eigen doelen, in figuur zie je iemand hiermee bezig zijn met zijn eigen practicum.



Figuur 1. Iemand is bezig de doelen uit zijn eigen practicum te vinden

Practicumdoelen categoriseren

De groep werd nu gevraagd de verschillende practicumdoelen te categoriseren. In figuur 2 is een voorbeeld hiervan te zien. De categorieën die men hier uiteindelijk vond waren: Begrijpen van de stof, formules gebruiken, rekenen en opdoen van vaardigheden.



Figuur 2. Categorisatie van de practicumdoelen van drie mensen

Groene formulieren

Eerst werd uitleg gegeven over het onderzoek dat vooraf is gegaan aan Getting Practical en de practicumdoelen die daar vanuit gingen. Alle aanwezigen waren het uiteindelijk eens dat de categorieën en doelen van Getting Practical overkoepelend waren aan de doelen die mensen zelf hadden gevonden. Veel van de categorieën die men al had gevonden leek ook op de categorieën die in Getting Practical gehanteerd werden. De groene formulieren worden voor verschillende praktica ingevuld die mensen in hun hoofd hebben, mee hebben genomen of digitaal beschikbaar hebben.

Blauwe formulieren

Op de blauwe formulieren wordt voor één enkel practicum (het practicum dat mensen hebben meegenomen geanalyseerd welke doelstellingen aan het practicum ten grondslag liggen.

Evaluatie bijeenkomst 1

De belangrijkste evaluatiepunten zijn genoteerd.

CPS: Het is goed en leuk om eens elkaars gedachten te horen over hun eigen praktica en de manier waarop ze daarnaar kijken. Daarnaast denk ik dat we hier binnen de vakgroep misschien wel te weinig aandacht aan hebben besteed in vergaderingen en gebruiken we nog steeds praktica van heel veel jaren terug, zonder die nog eens tegen de loop te houden.

DRM: Het überhaupt nadenken over de doelen van een practicum is ook erg goed, ik merk dat de meeste van onze praktica teveel doelen bevatten en daarnaast ook nog eens niet met de leerlingen worden geëvalueerd, slecht eigenlijk, maar typisch iets wat dan 'al jaren' gebeurt.

BMF: Denk dat het goed is om hier in vergaderingen meer aandacht aan te besteden, daarnaast is het leuk om van elkaar te leren en elkaar dingen te vertellen over natuurkunde-inhoudelijke zaken, eigenlijk zijn wij bijna elke vergadering bezig met organisatorische zaken van de school ipv met natuurkunde.

VKS: Leuk om zo met z'n allen over deze dingen na te denken en dit te bespreken.

KTG: Goed om ook binnen de vakgroepen science en natuurkunde deze dingen samen te doen, dit zijn dingen die voor beide vakgroepen belangrijk zijn.

VPS rond af, bedankt iedereen en geeft aan dat we nog een keer hierover bij elkaar gaan zitten op 10 nov.

Bijeenkomst 2 (10 nov 2015)

Aanwezig: KTG, VKS, SWR, CPS, DRM, BMF, WEB, KHM, VPS (achteraf notulen gemaakt)

Terugkijken op vorige bijeenkomst

Mensen herhalen nog een dat ze het nuttig en ook leuk vonden om zo met elkaar naar praktica te kijken. Daarnaast beseffen de meeste mensen dat ze nog lang niet genoeg uit de praktica halen die ze nu geven. VPS geeft korte herhaling van de theorie achter Getting Practical.

Korte bespreking over eventuele aangepaste praktica vanuit de vorige keer

Niet veel mensen hadden daadwerkelijk al practica aangepast om nu te kunnen bespreken. Iedereen was het er wel over eens dat ze dit vaker op de agenda wilden hebben in de vakgroepvergadering en eventueel een studiemiddag hieraan wijden. BMF gaat kijken of dit mogelijk is.

Discussie en gebruik VUE model na uitleg VPS

Alle aanwezig geven aan na hier zelf kort mee gewerkt te hebben op hun eigen practica dat een soort model als dit goed zou kunnen werken om practica duurzaam te verbeteren. Algemene opmerkingen vanuit iedereen: Eigenlijk doen we nu alleen de U van uitvoering. Voorbereiding is vaak jaren terug al gedaan en evaluatie komen we nauwelijks aan toe of maken we geen tijd voor.

En nu verder?

Samen is de discussie gestart om te kijken hoe we het verbeteren van een practicumlijn duurzaam kunnen opzetten.

BMF: In ieder geval opnemen in vakgroepplan. Daarnaast practica vaker op de agenda laten komen.

DRM: Meer bespreken van elkaars practica en dit ook na de practicumles altijd in de klas bespreken om erachter te komen wat leerlingen er nu echt van opgestoken hebben.

SWR: Ik vind ook dat we te weinig practica doen in bijvoorbeeld de derde klas. Dat komt ook door de vermindering van het aantal lesuur, de practica die we dan doen moeten we beter inzetten.

WEB: Zou graag zien dat mensen beter in de agenda intekenden en daarnaast een soort van jaarplanning van practica maken voor de vakgroep.

BMF/DRM: Er moet een leerlijn komen voor practica bij natuurkunde/science vanaf klas 1 tot en met klas 6. Dit moet ook al met het oog op de werkgroep bèta-onderbouw, vanuit de werkgroep wordt input gevraagd van de verschillende bètavakken.

9.16 Bijlage 16: Kop in vakgroepplan aangaande practicumvaardigheden

In onderstaande figuur is duidelijk te zien dat practicumvaardigheden een prominente rol hebben gekregen binnen de vakgroep natuurkunde en dat ook is vastgelegd dat het practicumprogramma aan de nieuwe leerlijn aangepast zal worden vanaf juli 2017.

4. Doorlopende leerlijn			
<u>Doel/ resultaat:</u>			
- De leerlijn practicumvaardigheden (inclusief Coach 7) van klas 1 tot klas 6 is aan het eind van schooljaar 2016/2017 volledig geïmplementeerd. - Leerdoelen voor onderbouw zijn uitgewerkt ten behoeve van werkgroep β-onderbouw.	- De practicumvaardigheden zijn volledig uitgewerkt en in kaart gebracht per leerjaar.	Oktober 2016	Hele Vakgroep
	- Het practicumprogramma wordt aangepast aan de opgestelde leerlijn.	Juli 2017	Hele vakgroep
	- Lijst leerdoelen aanleveren aan werkgroep.	Gedaan	

Onderdeel van het vakgroep aangaande practicumvaardigheden

9.17 Bijlage 17: Leerlijn practicumvaardigheden per jaarlaag

Practicumvaardighedenlijst uitgesplitst per jaarlaag

	A. Natuurweten-schappelijke kennis en inzicht ontwikkelen			B. Gebruik van apparatuur; uitvoeren van gangbare werkwijzen		C1. Inzicht ontwikkelen wat betreft het doen van natuurwetenschappelijk onderzoek										D. Affectieve en sociale doelen			E. Digitale middelen	
	A1. Weergeven wat is waargenomen	A2. Waarnemingen met elkaar in verband brengen (biv. overeenkomst, verschil, trend)	A3. Een concept, verklaring, model of theorie beter begrijpen	B1. Kennismaken met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	B2. Verder oefenen met apparatuur en/of gangbare werkwijzen	C1. Beter begrijpen hoe je onderzoek doet	C2a. Een onderzoeksvraag stellen	C2b. Een plan van aanpak opstellen	C2c. Risico's evalueren	C2d. Relevante gegevens verzamelen	C2e. Gegevens effectief presenteren	C2f. Gegevens verwerken en interpreteren	C2g. Conclusies trekken over de onderzoeksvraag op	C2h. De getrokken conclusies evalueren	D1. Motiveren	D2. Actief leren	D3. Samenwerken leren/stimuleren			
Klas 1	Observeren			Stopwatch	Statiefmateriaal	Bouwtekeningen/ Amerikaanse projectie maken/interpreteren												Samenwerken (taakverdeling)		
				Thermometer	Magneten	Tabellen maken												Samenwerken (sociaal)		
				Glaswerk (maatcilinders, bekerglas, e		Diagrammen maken												Actief leren		
				Liniaal, meetlint		Veiligheid									Motivatie					
				Elektronische balans		Netjes werken en opruimen									Afwisseling					
				Brander, lucifers		Uitvoeren van practicumrecept														
				Geodriehoek/gradenboog																
Klas 2	Conclusie trekken uit resultaten			Schuifmaat		Interpreten van schematische	Onderzoeksvragen opstellen											Presentatievaardigheden		
				Batterijen		Meetrapport maken	Ontwerpcyclus													
				Analoge spannings- en stroommeter		Grafieken tekenen (vloeiende grafiek, meetpunten in kruisjes)														
				Lenzen		Hypothese stellen														
Klas 3 havo	Redeneren	Significantie		Multimeter	Luidspreker	Schakelschema's interpreteren	Herhaalmetingen											Werken in excel (grafieken maken, trendlijn etc.)		
				Veerunster/k	Kompas	Practicumverslag maken	Stapelmetingen													
				Lichtkastje	Spanningszoeker	Interpoleren en extrapoleren														
				Voeding		Bronnenonderzoek														
Klas 3 atheneum	Redeneren	Significantie		Multimeter	Luidspreker	Schakelschema's interpreteren	Herhaalmetingen											Werken in excel (grafieken maken, trendlijn etc.)		
				Veerunster/k	Kompas	Practicumverslag maken	Stapelmetingen													
				Lichtkastje	Spanningszoeker	Interpoleren en extrapoleren	Betrouwbaarheid meting													
				Voeding		Bronnenonderzoek														
Klas 4 havo	Analysen (vertaling van verba	Eenhedenbeschouwing		Micrometer	Systeembord	Natuurwetenschappelijk ve	Validiteit meting											Videometingen (coach 7)		
				Lichtsluisjes		Onderzoekspan opstellen												Systematic		
Klas 4 vwo/gym	Analysen (ve	Lineair verba	Eenhedenbeschouwing	Micrometer		Natuurwetenschappelijk ve	Validiteit meting											Videometingen (coach 7)		
			Afleiden verband uit meetgegev	Lichtsluisjes		Onderzoekspan opstellen														
Klas 5 havo			Afleiden verband uit meetgegev	Decibelmeter	Geiger-Müllerteller													Modelleren (coach 7)		
Klas 5 vwo/gym				Oscilloscoop	Systeembord													Modelleren (coach 7)		
				Kleurodcoring	Spoel															
				Decibelmeter																
Klas 6 vwo/gym				Geiger-Müllerteller																