

Gestructureerde begeleiding op het aanleren van complexe vaardigheden tijdens practica voor hoger laboratoriumonderwijs

Naam student

S. van Seeters

Opleiding

Master Leraar Scheikunde, Fontys Hogescholen

Datum

01-05-2017

Versie

Versie 1.0

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie 'Gestructureerde begeleiding op het aanleren van complexe vaardigheden tijdens practica voor hoger laboratoriumonderwijs'. Deze scriptie is geschreven in het kader van het praktijkgerichte afstudeeronderzoek dat onderdeel uitmaakt van het curriculum van de master opleiding Leraar Scheikunde, Fontys Hogescholen te Tilburg.

De functie van praktijkdocent, welke ik momenteel uitoefen bij de opleidingen X, en Y aan School X, heeft geleidt tot de keuze van het onderwerp: 'practica', dat centraal staat in deze scriptie. Als praktijkdocent wil ik niet alleen praktische vaardigheden en kennis overbrengen op mijn studenten, maar probeer ik mijn onderwijs steeds te verbeteren zodat studenten zo effectief mogelijk kunnen leren.

Ik wil met name de studenten die hebben geparticipeerd in het onderzoek bedanken voor hun oprechte deelname en kritische feedback. Ook wil ik de docenten (School X): Docent N, Docent M, Docent O en Docent P bedanken voor hun steun en bereidheid om het onderzoek in hun groepen uit te laten voeren. Tot slot wil ik mijn begeleider Kennedy Tielman bedanken voor zijn kritische blik op mijn onderzoek en zijn adequate wijze van begeleiding.

Sonny van Seeters

Breda, 1 mei 2017

Inhoudsopgave

<i>Samenvatting</i>	1
<i>Verlegenheidssituatie</i>	2
<i>Theoretisch kader</i>	4
<i>Onderzoeksvragen</i>	14
<i>Relevantie van resultaten</i>	15
<i>Methode</i>	16
<i>Resultaten</i>	24
<i>Conclusie</i>	31
<i>Discussie en aanbevelingen</i>	32
<i>Bijlage I: Enquête</i>	40

Samenvatting

Er zijn signalen dat de begeleiding op onderzoeksvaardigheden in leerjaar twee tijdens practica (School X, opleiding X en opleiding Y) onvoldoende is. Dit blijkt met name uit het feit dat er nauwelijks tot geen begeleiding op resultaatuitwerkingen van de uitgevoerde experimenten plaatsvindt, terwijl daar voornamelijk de volledige toetsing op gebaseerd is. Dit heeft als gevolg dat er binnen de training X sinds 3 jaar sprake is van een ontevreden en slecht presterende studentengroep. Daarom zijn we benieuwd of een meer gestructureerde vorm van begeleiding, die wel aanstuurt op adequate resultaatverwerking van de uitgevoerde experimenten, leidt tot betere prestaties onder studenten.

Om het probleem het hoofd te bieden worden de practica eerst gekenmerkt om achtereenvolgens een vergelijk te maken met een ideale situatie volgens elementen uit het 4C/ID model (Merriënboer, 1997) en de pre- en postmethode van Abdulwahed & Nagy (2009). Op basis van dit vergelijk wordt een interventie (diagnostische toetsen) ontworpen. Daarna wordt onderzocht in welke mate er een verband bestaat tussen de leerprestatie en hetgeen studenten rapporteren over de interventie. Hier wordt gebruik gemaakt van een mechanisme waarin de studenten worden gecategoriseerd op basis van studentenprestatie, motivatie en cognitieve belasting waarbij een koppeling wordt gemaakt met de complexiteit van de leertaken.

Uit analyse bleek dat de training X gekenmerkt werd als de practica waar gewerkt wordt aan onderzoeksvaardigheden. Uit verdere analyse bleek dat docentbegeleiding en deeltaakoefeningen die bijdragen aan de vaardigheden ten behoeve van resultaatverwerking nihil zijn. Op basis van overeenstemmingsanalyse bleek dat er geen eenduidige meest complexe leertaak aan te wijzen was. Wel bleek dat leertaken met betrekking tot statistische verwerking, berekeningen van monsterconcentraties en het voeren van een discussie als meest complex werden ervaren. Opmerkelijk was dat 54% (n=28) van de studentengroep die laag presteert, aangeeft laag gemotiveerd te zijn en hoog cognitief belast te zijn. Slechts 7% (n=2) van deze groep geeft aan dat de interventie positief bijdraagt aan de ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden. Bij navraag middels interviews geven veel meer studenten aan dat de interventie ze wel tot nadenken heeft aanzet, maar dat de interventie onvoldoende in feedback voorziet. Er wordt aangegeven dat de interventie juist wel zeer bijdraagt aan de voorbereidingen van de practica en de docent een grote bijdrage heeft aan het geheel.

Er kan geconcludeerd worden dat de ontworpen interventie niet afdoende bijdraagt aan een betere prestatie volgens studenten maar slechts een zet in de goede richting is. De diagnostische toetsen zullen veel meer in feedback moeten voorzien. Hiertoe zou een verbeteringslag gemaakt kunnen worden t.a.v. de effectiviteit van de interventie en daarmee in het ondersteunen van het aanleren van complexe vaardigheden zoals onderzoeksvaardigheden in de vorm van het verwerken van resultaten n.a.v. de uitgevoerde experimenten. In dit onderzoek is slechts naar belevingen van studenten gevraagd en is geen effectmeting gedaan. De signalen van studenten over mogelijke feedback vertaalt zich in concrete aanbevelingen. In vervolg onderzoek is het belangrijk om vast te stellen hoe effectief de interventie is, waarbij gebruik wordt gemaakt van niet alleen deeltaakoefeningen maar ook feedback.

Verlegenheidssituatie

Aanleiding

In het voortgezet onderwijs (havo en vwo) wordt een onderzoekende houding bij leerlingen verwacht (College voor examens, 2014). Ook is er steeds meer aandacht voor 21st Century Skills (Oers, 2014). Met '21st Century Skills' wordt voornamelijk bedoeld op het zelf nadenken, kritisch zijn en vragen stellen door leerlingen/studenten (Thijs, Fisser & Hoeven, 2014). In het HBO-onderwijs dient deze houding verder ontwikkeld te worden om onderzoeksvaardige studenten af te kunnen leveren aan het werkveld, in ons geval de chemische industrie.

Binnen mijn HBO-onderwijsomgeving (opleiding X en opleiding Y) lijkt in leerjaar 1, bij vaardigheden gerelateerd aan practica, sprake te zijn van een intermezzo in het aanleren van de '21st Century skills'. Dit is op zich logisch omdat studenten in leerjaar 1 alleen (hands-on) 'kookboekpractica' uitvoeren welke voornamelijk gebaseerd zijn op het navolgen van een beschrijving. Vanaf leerjaar 2 is het streven dat studenten practicumvoorschriften zelf aanpassen en statistisch verwerken (minds-on). In jaar 2 wordt hiermee nadrukkelijk aan onderzoeksvaardigheden gewerkt, zoals ook wordt beschreven door de DAS competenties (Hilhorst & Korteland, 2011).

Signalen van problematiek

Ik ervaar vanuit mijn rol als praktijkdocent bij bovengenoemde opleidingen, dat gedurende het tweede leerjaar (230 studenten) de stap van hands-on naar minds-on nog niet voldoende wordt gemaakt. Dit blijkt uit het feit dat studenten slecht scoren op de uitwerking van de experimenten en de bijbehorende statistische verwerking van de resultaten, zoals hieronder uiteengezet is. Dit is met name zichtbaar in het praktijkvak 'X' (60 studenten), waarin de nadruk ligt op nadenken, aanpassen en handelen, en daaruit voortvloeiend de statistische verwerking van de uitgevoerde experimenten. Dit vak is gepositioneerd in de tweede helft van het tweede leerjaar en dient voornamelijk als voorbereiding op de onderzoeksvaardigheden in leerjaar 3. De lesstof en daarmee ook de toetsing is gebaseerd op kritisch denken, resultaatverwerking en statistiek. Uit mijn verkenning blijkt dat in studiejaar 14-15 slechts 34% van de studenten een voldoende behaald voor hun eerste versie van de uitwerking van de experimenten. In studiejaar 15-16 was dat 45%. Het gemiddelde cijfer voor het beoordelingsproduct van de groep uit studiejaar 15-16 was 5,8 (SD = 1,7). Daarnaast blijkt uit mijn verkenning dat de studentenwaardering van dit praktijkvak voor studiejaar 13-14, 14-15, 15-16 sterk afnemen, respectievelijk krijgt het vak de volgende waardering van studenten: 6.7, 6.1, 5.7 (uit 10). Uit de studentenevaluatie van het vak X blijkt dat studenten veel moeite hebben met de instructie en beschrijvingen van de experimenten, en de uitwerkingen van de resultaten. Zij benoemen dit in quotes als: *'meetrapport verwerking is niet duidelijk, practicum beschrijving is niet duidelijk, en feedback kan beter.'* Gezien de omvang van het aantal studenten (60 per cohort), en de concrete signalen die zij afgeven, lijkt hier sprake te zijn van een steeds groter wordend probleem.

Problematiek

Bij nader inzien valt op dat er zeer veel begeleiding plaatsvindt op de praktijkuitvoering, en er weinig tot geen begeleiding op het uitwerken van de resultaten van de praktijkuitvoering aanwezig is. Doordat de focus voornamelijk op het praktische werk ligt en niet op de verwerking van de meetresultaten, wordt mijns inziens onvoldoende gewerkt aan onderzoeksvaardigheden. Dit is tegenstrijdig met de beoordeling zelf, aangezien deze volledig gebaseerd is op de uitwerking van de meetresultaten. Dit verklaart mogelijk dat studenten (60 deelnemende studenten) slecht scoren. Studenten benoemen dit ook in de studentenevaluatie van afgelopen 3 jaar in quotes als: *'meer uitleg gewenst, meer feedback, meer duidelijkheid over het meetrapport'*.

In mijn eerder onderzoek (Seeters, 2015), uitgevoerd bij het vak Y (leerjaar 2), werd het effect van begeleiding op de resultaatuitwerking bij practica onderzocht. Dit eerdere onderzoek beschrijft eenzelfde problematiek als het onderzoek in dit rapport. Hier is een effectmeting uitgevoerd om te beoordelen in welke mate mondelinge feedback voorafgaand aan de beoordeling van het verslag effectief was. De effectgrootte in deze specifieke groep ($n = 16$) was 0,93. Dit geeft aan dat deze interventie met betrekking tot de resultaatverwerking effectief kan zijn. In de literatuur wordt beaamd dat begeleiding in de vorm van feedback op de verslaglegging volgens Vos (2001) en Kirschner, Sweller & Clark (2006) zeer belangrijk is. Zij stellen dat minimaal begeleidde instructie (zowel fysiek als schriftelijk) zeer ineffectief is als het gaat om het aanleren van nieuwe vaardigheden, waaronder onderzoeksvaardigheden.

Hieruit volgend lijkt het dat de begeleiding op de totale leertaak voor het vak X niet volledig is, omdat de begeleiding met name plaatsvindt op de praktijkuitvoering van het practicum, en niet op de uitwerkingen van de experimentele resultaten. Dit kan betekenen dat de huidige methodiek om de onderzoeksvaardigheden aan te leren het leerproces niet volledig en/of optimaal ondersteund. Dit heeft als consequentie dat studenten gedurende jaar 2 mogelijk niet voldoende worden voorbereidt op leerjaar 3 waar studenten achtereenvolgens worden voorbereidt op het aanvangsniveau voor een stage in het bedrijfsleven. Het gat tussen leerjaar 1 en 3 is te groot indien in leerjaar twee niet voldoende de stap van hand-on naar minds-on wordt gezet, en studenten uiteindelijk mogelijk minder goed voorbereidt een stageperiode ingaan.

Onderzoeksdoel

Omdat er sterke signalen zijn dat de begeleiding op de uitwerking van de experimentele resultaten onvoldoende is tijdens practica, is het van belang te achterhalen hoe de student hier beter in gefaciliteerd kan worden tijdens het volgen van de praktijklessen. We zijn daarom benieuwd of een andere vorm van begeleiding bij de tweede jaars practica, waar de nadruk wel meer wordt gelegd op de resultaatuitwerkingen, tot betere studentenprestaties leidt. Dit vertaalt zich in de volgende praktijkvraag: *Middels welke (les)methodiek van begeleiding kunnen we de student effectief aansturen op onderzoekvaardigen (zoals resultaatverwerking) tijdens practica?*

Theoretisch kader

In dit theoretisch kader wordt eerst een overzicht gegeven van een aantal theorieën en modellen ten aanzien van practicumvormen. Daarna zal een korte samenvoeging van enkele modellen volgen met een toelichting hoe hier gebruik van wordt gemaakt in dit onderzoek. Tot slot wordt een toelichting gegeven van enkele praktische meetinstrumenten die worden gebruikt als bron voor de gegevensverzameling in dit onderzoek.

Variëteit in methodes voor practica

In ons hedendaagse scheikunde onderwijs op de middelbare school zijn practica een feit (Berg & Buning, 1994; Millar & Arbahams, 2009). Ook in het hoger (laboratorium) onderwijs is afwezigheid van practica in het curriculum ondenkbaar (Kirschner & Meester, 1988). Hoewel het vanzelfsprekend is dat deze practica een prominente rol innemen in het scheikunde onderwijs, zijn de meningen verdeeld of deze practica daadwerkelijk het gewenste effect hebben en bijdragen aan een beter begrip van de natuur (Berg & Buning, 1994; Millar, Tiberghien & Maréchal, 2003). Vaak wordt in het middelbaar onderwijs het beter begrijpen van de natuur als een van de hoofdfuncties van practica gezien. Dit type practica worden begripspractica genoemd (Millar et al., 2003). Naast deze begripspractica wordt onderscheidt gemaakt tussen apparatuurpractica en onderzoekspractica (Berg & Buning, 1994; Cavicchi, 2012), welke respectievelijk gebaseerd zijn op het ontwikkelen van vaardigheden door middel van 'kookboek voorschriften', en om cognitieve vaardigheden zoals het verwerven en toetsen van kennis.

De aard van practica kan ook benaderd worden als 'hands-on' (doen) en 'minds-on' (denken) (Abdulwahed & Nagy, 2009; Devetak & Glazar, 2014; Millar & Abrahams, 2009). Bij minds-on practica gaat het naast de handelingen ook om het construeren van kennis en/of het doen van onderzoek. Hierbij wordt uitgegaan van een zelfsturende student, die doormiddel van vragen stellen, kritisch denken en probleem oplossend vermogen zich zelf verder helpt (Saunders-Stewart, Gyles, Shore & Bracewell, 2015). Deze vorm van het inrichten van een practicum wordt 'inquiry-based learning' genoemd, en is gebaseerd op een constructivistische wijze van lesgeven (Saunders-Stewart et al., 2015). Domin (1999) bespreekt naast Inquiry-Based practica een drietal student-gecentreerde leermethoden voor laboratoriumonderwijs die allen gebaseerd zijn op enige vorm van constructivisme, namelijk: Expository, Discovery-based en Problem-Based-Learning (PBL). Deze vier leermethoden voor practica gaan uit van geringe begeleiding.

Hoewel de bovengenoemde voorstanders van een matig begeleid of onbegeleid leermilieu uitgaan van een studentcentrale leeromgeving met een grote mate van zelfsturing, zijn er ook wetenschappers die een directe instructie theorie aanhangen en het onbegeleide leermilieu sterk bekritisieren (Janssen-Noordman & Merriënboer, 2003; Kirschner et al., 2006; Mayer, 2004; Merrill, 2002; Sweller, Kirschner & Clark 2007). In deze directe instructie methodes wordt uitgegaan van een hoge mate van ondersteuning in het begin, welke steeds verder afbouwt gedurende de leerfase (Janssen-Noordman & Merriënboer, 2003). De mate van kritiek op de onbegeleide vormen van practica uit zich sterk in de claim dat deze gebaseerd zijn op 'trial-and-error' en het gebrek aan gestructureerde instructie (Saunders et al., 2015).

Vaak gaan directe instructie methodes gepaard met de term 'complex leren' (Kirschner & Merriënboer, 2008). Dit complex leren kenmerkt zich met name omdat het op hoger cognitief niveau plaatsvindt (Merriënboer, 1997). Mijn inziens impliceert de term 'complex leren' dat

begeleiding noodzakelijk is. De mate van moeilijkheid van de leertaak in relatie tot de mate van begeleiding wordt door Millar et al. (2003) besproken. In hun werk verwijzen zij naar Schwab (1962) waarin een gradatie van zelfstandigheid van studenten wordt beschreven. Millar et al. (2003) maken van deze theorie gebruik om door middel van practicumkenmerken aan te geven op welk niveau het desbetreffende practicum zich bevindt. Afhankelijk van het leerdoel is een ander niveau wenselijk. Terugkijkend naar de 'kookboekpractica' (apparaatpracticum), begripspractica en onderzoekspractica (Berg & Buning, 1994), lijkt een lager zelfstandigheidsniveau te horen bij apparaatpractica en een veel hoger niveau bij onderzoekspractica.

Complex leren

In dit onderzoek staat het begeleiden complexe vaardigheden centraal. De aard van de complexiteit van leertaken kan echter vele vormen aannemen, en kent verschillende niveaus. In dit onderzoek wordt met complex leren voornamelijk de combinatie van verschillende afgebakende vaardigheden bedoeld die samen een complexe taak vormen. Kirschner en Merriënboer (2007) vatten het complex leren samen in een krachtige definitie:

“Complex learning is the integration of knowledge, skills and attitudes; coordinating quantitatively different constituent skills; and often transferring what was learned in school or training to daily life and work.” (Kirschner & Merriënboer, 2007, p. 244)

Met andere woorden, de cognitieve complexe vaardigheden welke de studenten in een trainingsprogramma leren, moeten overgedragen worden naar de beheersing van die vaardigheden. Hiervoor is overdracht nodig, welke het beste door zeer authentieke en realistische leertaken te bereiken zijn (Janssen-Noordman & Merriënboer, 2003; Kirschner et al., 2006; Kirschner & Merriënboer, 2007; Nadolski, Kirschner & Merriënboer 2006). In Nederland kennen we dit concept bij de Bachelor of Applied Science opleidingen als het competentie gericht onderwijs (CGO) (Hilhorst & Korteland, 2011), welke van toepassing is op de onderzochte onderwijstrajecten in dit onderzoek.

Als in een trainingsprogramma iets geleerd wordt door een student, dan is het vaak zo dat deze kennis niet voldoende wordt overgedragen naar een nieuwe situatie, dat te maken heeft met cognitieve overbelasting (Sweller 1994) en het compartimenteren en fragmenteren van leertaken (Kirschner & Merriënboer, 2007). In zowel het voortgezet onderwijs als in het hoger onderwijs, zijn er veel initiatieven waarmee complexe vaardigheden vakoverstijgend worden aangeleerd, om fragmentatie en compartimentering te voorkomen, bijvoorbeeld project gestuurd onderwijs (PGO). Sweller (1994) heeft de 'cognitive load' theorie geïntroduceerd, waar hij stelt dat het random aanbieden van leertaken leidt tot een hogere overdracht van de vaardigheid, maar wel minder efficiënt is als verschillende leertaken in toenemende complexiteit na elkaar worden aangeboden (Merriënboer, 1997).

Complexe vaardigheden zoals: logisch redeneren, strategische wiskundige oplossingen bedenken, resultaat verwerking van labexperimenten etcetera zijn niet direct uit een leerboekje te leren, maar moeten dus op onconventionele wijze (leertaken volgen zich willekeurig op) worden aangeboden, wil die vaardigheid door de student ook in nieuwe situaties toepasbaar zijn (Kirschner & Merriënboer, 2007; Merriënboer, 1997; Merrill, 2002).

In tegenstelling tot de aanhangers van de de 'cognitive load' theorie, en daarmee indirect dus ook modellen die daarop gestoeld zijn, neem het aantal critici sterk toe volgens Moreno (2009). De 'cognitive load' theorie zou volgens Moreno (2009) beperkt gedefinieerd zijn en houdt minder rekening met eerder uitgevoerd onderzoek in hetzelfde veld. In dit onderzoek nemen we daarom aan dat de 'cognitive load' theorie niet leidend is, en daarmee modellen die van deze theorie gebruik maken, kritisch tegen het licht gehouden moeten worden met betrekking tot definities van de term 'cognitive load'. In de volgende paragraaf wordt eerst het constructivisme uitgelegd, dat aan de basis staat van de directe instructie methoden, zodoende overeenkomsten maar ook verschillen en kritiek op verschillende modellen besproken kan worden.

Van constructivisme naar instructional design; ondersteuning van complex leren

Veel onderwijskundige modellen zijn gebaseerd op enige vorm van constructivisme. Lai-Chong en Ka-Ming (1995) leggen het constructivisme concreet uit :

"... the conerstone of constructivism is the notion that "reality" is determined by the experience of the knower." (Lai-Chong & Ka-Ming, 1995, p. 80).

Hiermee wordt bedoeld dat de student zelf zijn werkelijkheid construeert en opbouwt uit eigen ervaringen. Niet voor niets dat constructivisme gekoppeld is aan het begrip hands-on (Mayer, 2004), aangezien de student zelf actief moet zijn in de les, en het gaat om een actief leerproces. In het onderwijs is een ware revolutie ontstaan door de introductie van het constructivisme, en zijn er vele vormen ontstaan welke de grondslag vormen voor toegepaste leermethodes, in de zin van het leren.

Een zeer orthodoxe vorm van constructivisme gaat uit van het feit dat de werkelijkheid helemaal niet bestaat, en in zijn geheel wordt gevormd door het individu zelf (Lai-Chong & Ka-Ming, 1995). Deze individualistische benadering vertaalt zich in het onderwijs naar leermethoden welke uitgaan van minimale begeleiding, zoals in de vorige paragraaf is aangehaald. In het onderwijs is hier zeer veel kritiek op geweest, waardoor er gematigde vormen van het constructivisme ontstaan zijn. Het gedachtegoed van het constructivisme is weliswaar een goed beginsel, echter is duidelijk dat geïnstrueerde vormen gecombineerd met beginselen van het constructivisme tot nieuwe inzichten leidt (Gagné, 1987). Gagné stelt dat het op deze manier mogelijk is om het individuele gedrag naar een gewenst doel te sturen door middel van systematisch geïnstrueerde interventies, Lai-Chong en Ka-Ming (1995) beamen dit. Dit inzicht heeft geleid tot instructivisme-constructivisme, dat we momenteel kennen als 'instructional design'. Een van de bekendste voorbeelden hiervan is het 4C/ID model dat geïntroduceerd is door Merriënboer (1997). Dit model gaat uit van een gematigde vorm van constructivisme, waar het gaat om authentieke en zeer realistische gehele leertaken, waarbij in het begin een sterke mate van begeleiding aanwezig is welke gedurende de gehele leertaak wordt uitgefaseerd (Merriënboer, 1997).

Volgens Gagné (1987) is het grote probleem met de instructional design modellen dat deze zeer theoretisch zijn, en niet vaak leiden tot een concrete uitvoering. Het feit dat de overdracht van de te leren kennis naar de daadwerkelijke vaardigheid vaak zeer slecht uit de verf komt, is een van de grote problemen bij veel instructional design modellen (Kirschner & Merriënboer, 2007; Lai-Chong & Ka-Ming, 1995; Nadolski et al., 2006). Dit staat bekend als de transfer-paradox (Kirschner & Merriënboer, 2007). Het 4C/ID model is hier juist op gebaseerd, en zorgt door een

onconventionele volgorde (random) van het aanbieden van leertaken voor een hogere transfer (maar lagere efficiëntie). Omdat deze opbouw in leertaken concreet wordt geëtaleerd in het werk van Merriënboer (1997) maakt dit het tot een zeer concreet en werkbaar model.

In contrast met het 4C/ID model biedt het minder directe problem-based learning andere facetten het hoofd als het gaat om complex leren (Schmidt, Loyens, Gog & Paas, 2007). Volgens Schmidt et al. (2007) refereert Merriënboer sterk aan hoog gestructureerde domeinen, zoals zij dat benoemen. Het 4C/ID model wordt vaak gebruikt voor trajecten die volledig met een computer worden gevolgd, en waar docentinvloeden nihil of zelfs afwezig zijn. Een voorbeeld hiervan het onderzoek van Nadolski et al. (2006). Deze hoog gestructureerde domeinen refereren naar een hoog aantal interactieve taken, maar niet naar trajecten met meerdere oplossingen binnen een leertaak, volgens Schmidt et al. (2007). Bovendien is het 4C/ID model volgens Meijer (2000) soms erg rigide dat een traag ontwerp van het onderwijstraject leidt. De directe instructie doet het opdoen van complexe vaardigheden geen recht aan, aangezien deze zich veel minder of niet richt op een flexibele toepassing van kennis, dat wat Problem-Based-Learning volgens Schmidt et al. (2007) wel doet.

Ook zijn er andere modellen welke concreet en werkbaar zijn en via een ander mechanisme verlopen, zoals toepassingen van de Kolb's experiential learning theory en het 4MAT-model, toegepast door Abdulwahed en Nagy (2009). Dit toegepaste model is primair ontwikkeld voor laboratorium onderwijs en faciliteert het constructivistische leren door middel van virtuele prelabs en postlabs. Zij stellen dat het grootste probleem met practica binnen laboratorium onderwijs is dat de Kolb Cyclus niet in zijn geheel wordt toegepast. In de Kolb Cyclus wordt uitgegaan dat we leren door een concrete ervaring op te doen, die we nadien reflecteren. Dit wordt in de cyclus reflectieve observatie genoemd. Dit leidt vaak tot nieuwe inzichten en vertaalt zich naar abstracte concepten. Daarna proberen we deze nieuwe inzichten en ideeën uit in de zogenaamde actieve experimenteerfase. Hier kunnen we zelf toetsen of het nieuwe inzicht in de echte wereld ook succesvol kan zijn. Deze cyclus wordt vaak herhaald en alle onderdelen zijn nauw met elkaar verbonden. Door deze cyclus dus effectief en vaak te herhalen zal het geleerde beklijven (Abdulwahed & Nagy, 2009; Kolb, 1984). Abdulwahed & Nagy (2009) hebben twee groepen onderzocht waarbij de ene groep een duidelijke virtuele voorbereiding uitvoerde voorgaand aan het daadwerkelijke practicum, en de andere groep een conventionele voorbereiding uitvoeren. Zij concluderen dat de groep met de virtuele voorbereiding beter presteerde in de hands-on sessie.

'Instructional design' modellen

Aangezien in dit onderzoek practica worden besproken welke in beginsel minder onderhevig zijn aan flexibele toepassing van kennis, maar juist de toepassing van gestructureerde kennis, wordt de voorkeur gegeven aan 'direct instructional design' methoden zoals het 4C/ID model. Hieronder volgt een uiteenzetting van een aantal 'instructional design' modellen, welke deels leiden tot de basis van de onderzoekopzet in dit rapport.

'Instructional design' kan als volgt gekenmerkt worden: een systematisch en reflectief proces dat de vertaling van de principes van het leren en de bijbehorende instructie van materialen voor instructie, activiteiten, informatie bronnen, en evaluatie faciliteert (Smith & Ragan, 1993).



Dit wil zeggen dat het leren op een gestructureerde wijze door de onderwijzer (educator) wordt gefaciliteerd én begeleidt.

Vandaag de dag zijn er een aanzienlijk aantal modellen die uitgaan van 'instructional design', zoals: 4C/ID model (Merriënboer, 1997), Experiential learning cycle (Kolb, 1984), Cognitive apprenticeship (Collins, Brown & Newman, 1987), 4MAT (MacCarthy, 1990), Learning by doing (Cavacchi, 2012), Probleem gestuurd leren (Moust & Smidt, 1995). Deze vormen worden allen enigszins anders gekarakteriseerd. Zo kennen we het cognitive apprenticeship in Nederland vooral als stagewerkplekken zoals wordt toegepast in het MBO en HBO onderwijs. Learning by doing gaat van een zeer constructivistische werkwijze uit; door het te doen leer je. Het probleem gestuurd onderwijs (Moust & Smidt, 1995) wordt vaak toegepast op MBO/HBO scholen. Het 4C/ID model gaat uit van gehele leertaken met uitfaserende begeleiding. En het 4MAT is gebaseerd op de Kolb Cyclus en gaat voornamelijk uit van een systematische wijze van waarop mensen leren.

Het 4MAT model op basis van het Kolb Cyclus is specifiek uitgewerkt voor laboratorium vaardigheden door Abdulwahed en Nagy (2009), en heeft een significant positief effect op de leerprestaties van de studenten, waarbij dit succes in verband wordt gebracht door het reduceren van de cognitieve belasting van de student tijdens het leren.

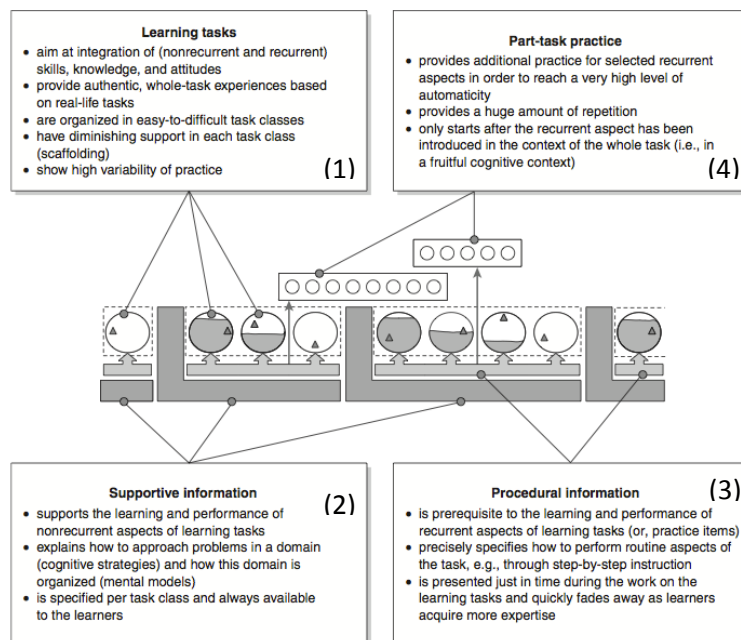
Daarnaast zijn er volgens Nadolski, Sweller en Clark (2006) ook traditionele instructional design modellen (Dick & Carey, en Ramiszowski), die zich juist op geïsoleerde vaardigheden concentreren in plaats van een gehele complexe vaardigheid. Deze lijken voor dit onderzoek niet geschikt, aangezien de focus ligt op niet-geïsoleerde complexe vaardigheden. Daarnaast is het VOTAT (vary-one-thing-at-a-time) model (Wüstenberg, 2014) ontwikkeld om het probleem oplossend vermogen te trainen, maar is volgens Wüstenberg zelf niet succesvol als het gaat om het trainen van vaardigheden in nieuwe situaties.

Tot zo ver concluderend, zouden elementen uit zowel het 4C/ID model als de toegepaste Kolb Cyclus voor laboratoriumvaardigheden een uitkomst kunnen bieden voor het effectief begeleiden van complexe vaardigheden binnen het laboratoriumonderwijs. Het aangepaste 4MAT/Kolb (Abdulwahed & Nagy, 2009) en 4C/ID (Merriënboer, 1997) model lijken vanwege hun werkbaar en concreet opzet geschikt als toepassing voor het centrale probleem dat in dit onderzoek onder de loep wordt genomen. Bovendien gaan beide modellen uit van een sterk onderbouwde theorie over hoe mensen leren (Cognitive Load Theory, Sweller 1994). Echter moet in acht worden genomen dat elementen uit conventionele modellen zoals het problem-based learning (PBL) meer toegespitst zijn op flexibele toepassing van kennis in plaats van een star stramen van direct instructional design modellen, zoals Smidt et al. (2007) beweert. Aangezien elke leersituatie anders is, mag dit niet uit het oog worden verloren.

4C/ID model (Merriënboer, 1997)

Het 4C/ID model geïntroduceerd door Merriënboer (1997) gaat uit van een instructional design met vier componenten (*zie figuur 1*): (1) leertaken, (2) ondersteunende informatie, (3) procedurele informatie, en (4) deeltaakoefeningen (Kirschner & Merriënboer, 2007). Dit model is toepasbaar voor het aanleren van complexe vaardigheden, waarbij uitgegaan wordt van een authentieke leeromgeving en realistische leertaken. De kracht van het model is dat het uitgaat

van gehele leertaken in plaats van geïsoleerde leertaken die opgeteld samen een gehele leertaak zou moeten vormen. Zoals eerder benoemd, wordt op deze wijze compartimentering en fragmentatie van het geleerde voorkomen, en wordt gezorgd dat er een hoge mate van overdracht is van de leertaken naar de daadwerkelijke complexe vaardigheid (transfer paradox). Er wordt verondersteld dat de leertaken van redelijk hoge complexiteit moeten zijn, waarbij de studenten worden begeleid en ondersteund in het uitvoeren van die leertaak. Hierbij zal de taakcomplexiteit gedurende het programma toenemen en de mate van begeleiding afnemen (Janssen-Noordman & Merriënboer, 2003). In onderzoek van Kirschner, Paas en Kirschner (2011) wordt besproken dat deze hoog complexe taken leiden tot een hoge efficiëntie, in plaats van laag complexe taken. Voorop gesteld moet worden dat het 4C/ID model slechts richtlijnen voorschrijft (Janssen-Noordman & Merriënboer, 2003), en niet direct uitvoerbaar is zoals de publicatie *'blueprints for complex learning'* van Merriënboer, Clark en De Croock (2002) doet vermoeden. Elke vaardigheid (of vakgebied) kan andere elementen meer of minder laten terugkomen, en daarom zal de efficiëntie van elk afzonderlijk programma moeten worden gefinetuned.



Figuur 1: De vier componenten uit het 4C/ID model, opgebouwd uit (blok 1) de leertaken, (blok 2) ondersteunde informatie, (blok 3) procedurele informatie, en (blok 4) deelleertaken. De leertaken worden voorzien van ondersteunende en procedurele informatie. Gedurende het programma zal er een afnemende mate van begeleiding zijn (weergegeven met de grijze vulling van de leertaken). Overname uit: *'Ten steps to complex learning, A new approach to instruction and instructional design'* (Kirschner & Merriënboer, 2006).

Dat studenten direct vanaf het begin geconfronteerd worden met de gehele complexe leertaak is naast de opbouwende complexiteit van de leertaken een van de beginselen van het 4C/ID model. De gehele leertaak zal opgedeeld worden in verschillende kleinere leertaken, echter zal de aan te leren vaardigheid in elke afzonderlijk leertaak wel in zijn geheel aanwezig zijn (*blok 1 figuur 1*). Lim, Reiser en Olina (2009) concluderen dat een gehele taak benadering significant beter is dan een deeltaak benadering. Een voorwaarde is dat elke afzonderlijke leertaak steeds in een andere vorm wordt aangeboden, en steeds andere delen van de totale complexe

vaardigheden oefent, maar wel de overige aspecten steeds meeneemt. Deze leertaken worden voorzien van ondersteunende informatie (*blok 2 figuur 1*). Dit is kennis die de student nodig heeft om de leertaken te kunnen positioneren. Bijvoorbeeld achterliggende theorieën, een casus, of beschrijving van de toepassingen van de vaardigheden. Deze informatie ligt dan ten grondslag aan alle leertaken, en zal aan het begin van het programma al beschikbaar zijn. Deze ondersteunde informatie wordt per leertaak voorzien van afzonderlijke procedurele informatie (*blok 3 figuur 1*). Dit kan een specifieke beschrijving zijn van hoe een bepaalde leertaak uitgevoerd moet worden. Of concreter, hoe een bepaalde handeling, zoals het bedienen van een apparaat, in de leertaak uitgevoerd moet worden. Deze informatie wordt pas aangeboden op het moment dat de desbetreffende leertaak wordt uitgevoerd, en wordt daarom vaak ook Just-in-Time information (JIT) genoemd. Ten slotte worden er deeltaakoefeningen opgenomen (*blok 4 figuur 1*). Dit is wel in strijd met het principe van het 4C/ID model, omdat deeltaakoefeningen leiden tot compartimentering en fragmentatie (Kirschner & Merriënboer, 2006). In dit model is het een toevoeging om extra taakoefening te bewerkstelligen om zo bepaalde deelvaardigheden te automatiseren zodat deze routinematig in de gehele leertaak beter tot uiting komen. Dit onderdeel is vaak facultatief opgenomen. Een student kan zelf bepalen hoe veel en hoe vaak hij/zij een bepaalde deeltaak wil herhalen (Lim, Reiser & Olina, 2009).

Een ander aspect dat Nadolski et al. (2006) bespreken zijn de zogenaamde ‘driving questions’ en de rol van feedback. De studenten worden door voorgestructureerde vragen door de leertaak heen geleid, waardoor de leertaak gesegmenteerd wordt aangeboden maar wel zijn identiteit als geheel blijft behouden. Dit is in overeenstemming met de cognitive load theorie van Sweller (1994), omdat hierdoor overbelasting van het werkgeheugen wordt voorkomen.

Taakclusters en taakklassen

Zoals hierboven is beschreven, volgt het 4C/ID model een gehele taak benadering. Belangrijk is dat vaardigheden niet afzonderlijk van elkaar worden geoefend, maar gecoördineerd en geïntegreerd zijn. In Janssen-Noordman en Merriënboer (2009) wordt een systematiek besproken om de samenhang van de afzonderlijke vaardigheden in de gehele taak te benoemen. Dit doen zij middels het verdelen van verschillende hoofdcategorieën: taakclusters, die op hun beurt weer zijn onderverdeeld in taakklassen. Mijns inziens geeft dit niet alleen inzicht in hoe de verbintenis tussen de verschillende leertaken gaat worden in een leertraject, maar kan ook een evaluatietool zijn om een lesprogramma te karakteriseren. In dit onderzoek vindt in eerste instantie de karakterisering van de practica plaats, waar de taakcluster- en taakklassensystematiek een aanvulling kan zijn op eerder besproken karakteriseringsmethoden voor practica.

Basis voor de onderzoeksofzet

In mijn onderzoek gaan we uit van elementen van de pre-post methode van Abdulwahed en Nagy (2009) en het 4C/ID model van Merriënboer (1997). Hieronder wordt toegelicht voor welke elementen wordt gekozen.

Abdulwahed en Nagy (2009) hebben op basis van de Kolb Cyclus (Kolb, 2015) en het 4MAT model (McCarthy, 1990) een model ontwikkeld specifiek voor laboratoriumonderwijs. Dit model (of elementen hieruit) zouden wellicht een praktische uitwerking kunnen bieden indien

deze met het 4C/ID model worden gecombineerd. Zij stellen dat de 'prehension' fase uit de Kolb Cyclus onvoldoende wordt geactiveerd. 'Prehension' kan vertaald worden als: 'het grijpen', waar we in het onderwijs vaak het woord bekijken gebruiken. Kijkend naar het 4C/ID model heeft dit sterke kenmerken van de 'transfer' (overdracht van het geleerde naar het beroepenveld). Beide modellen beweren dat er te weinig overdracht (laatste schakel uit het leerproces) is, en dat de uitwerking van leerprogramma's dus beter aangepakt moet worden.

Hoewel het model van Abdulwahed en Nagy (2009) sterker op 'hands-on' sessies richt, kan het wel een goede uitwerking bieden van het 4C/ID model, aangezien Abdulwahed en Nagy (2009) een zeer concrete vertaling hebben gemaakt van hoe de laatste schakel uit het leerproces (Kolb Cyclus) beter gefaciliteerd kan worden. Dit doen zij door virtuele pre- en post labtoetsen aan te bieden. Het 4C/ID model is met name toepasbaar voor virtueel onderwijs (Nadolski et al., 2006), en maakt daarom koppeling met Kolb/4MAT bruikbaar voor dit onderzoek. Bovendien bezitten de pre- en posttoetsen kenmerken van 'driving questions' binnen de procesondersteuning zoals beschreven door Nadolski et al. (2006) of van deeltaakoefeningen (*blok 4 figuur 1*) uit het 4C/ID model. Door dit te implementeren kan segmentering van de leertaak optreden, waardoor dus de cognitieve belasting lager wordt. Hieronder worden enkele definities gegeven welke in dit onderzoek worden gehanteerd om de verschillende practica te onderscheiden. Achtereenvolgens worden enkele meetinstrumenten besproken die gedeeltelijk of in aangepaste vorm worden gebruikt in dit onderzoek (verwezen in de methode).

Definities

Dit onderzoek gaat over het aanleren van complexe vaardigheden, en specifiek over onderzoeksvaardigheden. Omdat het probleem zich voornamelijk kenmerkt door de verwerking van de experimentele data in een verslaglegging of (meet)rapport, worden onderzoeksvaardigheden in deze context gedefinieerd als het verwerken van experimentele data in de vorm van uitwerking van experimenten en statistische verwerking.

In dit onderzoek zal steeds verwezen worden naar een serie praktijklessen, wat beschouwd kan worden als een samenhangende lessenserie. Deze extrinsieke kenmerken worden in de woordkeuze benoemd. In dit onderzoek wordt één afzonderlijke praktijkles benoemd als een *practicum* en alle praktijklessen samen *practica*. Binnen School X wordt zo'n *samenhangende lessenserie* een *training* genoemd. In de literatuur wordt vaak verwezen naar de intrinsieke identiteit van een praktijkles als gesproken wordt over practica (Kirschner et al., 2006). Hiermee wordt bedoeld dat de lesstrategie binnen een practicum (afhankelijk van de uit te voeren handelingen en lesdoelen) verschillende vormen kan aannemen. Daarnaast wordt in dit rapport verwezen naar een (les)methodiek. Daarmee wordt een strategie bedoeld op welke manier de leerdoelen bereikt kunnen worden. Deze strategie is opgebouwd uit het aanbod van de leertaken (opdrachten binnen en buiten de les), en de wijze van begeleiding van de docent binnen en buiten de lesactiviteiten.

Meetinstrument voor het meten van de complexiteit van leertaken

Om te beoordelen of bovengenoemde modellen succesvol toegepast worden, en daarmee de overdracht van het geleerde naar het beroepenveld voldoende gefaciliteerd, zullen leerdoelen en leertaken goed op elkaar afgestemd moeten zijn.

Nadolski, Kirschner, Merriënboer en Wöretshofer (2005) beschrijven een methode waarmee de complexiteit van leertaken bepaald kan worden. Deelnemers (studenten en docenten) wordt gevraagd om de leertaken te beoordelen op complexiteit op een 4-punts schaal: zeer eenvoudig, eenvoudig, complex, zeer complex. En taken van gelijke complexiteit te segmenteren doormiddel van een kaart sorteertaak. Taken binnen hetzelfde segment werden vervolgens door de studenten en docenten beoordeeld op complexiteit op een 16-punts schaal. Van de gehele populatie (studenten en docenten apart) wordt per leertaak het gemiddelde en de standaarddeviatie berekend, en de mate van overeenstemming door middel van Kendall's W. Honderd procent overeenstemming correspondeert met een W van maximaal 1,0. In het onderzoek van Nadolski et al. (2005) was opmerkelijk dat er over de minst complexe en de meest complexe taken het meeste consensus was.

Meetinstrumenten voor de bepaling van de efficiëntie van leertaken

Als uitgangspositie voor het evalueren van leertaken heeft Nadolski et al. (2006) een methode gebruikt waarbij de relatie tot het 'instructional design' met de daadwerkelijke overdracht (transfer) wordt gemeten. Deze transfertest is een toets waarin de studenten zonder begeleiding op de complexe vaardigheid worden beoordeeld.

De volgende elementen worden meegenomen: (1) prestatie op de leertaak (performance P), (2) cognitieve belasting (mental effort M), (3) motivatie (Mv) en (4) tijd (time on task T). Hier wordt uitgegaan dat de efficiëntie primair wordt bepaald door de hoogte van de prestatie, maar kan verminderen als de cognitieve load hoog is en/of motivatie te laag is, gecombineerd met de tijd die de studenten nodig hebben voor de uitvoering van de leertaak. Nadolski, Kirschner en Merriënboer (2005); Paas, Merriënboer en Adam (1994); Maynard en Hakel (1997); en Karweit (1984) gebruiken dit mechanisme om groepen met elkaar te vergelijken. In dit onderzoek zullen geen groepen onderling vergeleken worden. Desalniettemin kan het bovenstaande mechanisme wel handvatten bieden om te identificeren wat volgens studenten een mogelijk verband is tussen leerprestatie en een eventuele interventie.

Meetinstrumenten voor de bepaling van leerdoelen en effectiviteit van leertaken

In de onderzoeken van Nadolski et al. (2005); Nadolski et al. (2006); en Kirschner en Merriënboer (2007) wordt gesproken over effectiviteit van leertaken, echter ontbreekt in hun onderzoek een eenduidige definitie. Taakeffectiviteit en taakefficiëntie worden vaak door elkaar gebruikt. Millar et al. (2003) geven twee beschrijvingen van effectiviteit: (1) de relatie tussen datgene wat studenten zouden moeten doen, en wat studenten daadwerkelijk moeten doen en (2) de relatie tussen datgene wat studenten zouden moeten leren, en wat studenten daadwerkelijk leren. Het 'leren' verwijst naar de (leer)doelen, en het 'doen' verwijst naar de leertaak. Een leertaak wordt door Janssen-Noordman en Merriënboer (2009) gedefinieerd als:

"Leertaken zijn realistische situaties die ontleend zijn aan de beroepspraktijk"

(Janssen-Noordman en Merriënboer, 2009, p. 25)

In instructional design modellen is het bepalen van de leerdoelen vaak het startpunt, waarop logische wijze het ontwerp van de leertaken volgt. Als men spreekt over de effectiviteit van labwerk dat is het noodzakelijk om de leerdoelen vooraf te bepalen, en daar de juiste leertaken

bij te ontwerpen. Hierbij is het belangrijk dat er een koppeling wordt gemaakt tussen het domein van de 'echte' wereld met echte doelen en observeerbare zaken en het domein van ideeën. Als de studenten die link goed kunnen maken, conform de leerdoelen en bijbehorende leertaken dan zal er sprake zijn over effectief leren (in dit geval laboratoriumwerk) volgens Millar et al. (2003). Om deze reden zal in dit onderzoek in eerste instantie de nadruk worden gelegd op het in kaart brengen van de leerdoelen en leertaken.

Deze gedachtegang kan gekoppeld worden aan andere instructional design modellen, zoals het 4C/ID model. Hier zal de vertaalslag van de leerdoelen naar de leertaken, en de sequentie van deze leertaken zich vertalen naar een programma dat in zekere mate effectief is. Ook kan een programma worden geëvalueerd en herontworpen worden door terug te werken van leertaken naar de leerdoelen. Millar et al. (2003) beschrijven een systematiek om de leerdoelen en leertaken en de identiteit van het labwerk (practicum) in kaart te brengen (of om een ontwerp te maken voor een nieuw programma). De onderverdeling in taakclusters en taakklassen zoals eerder is besproken, kan hierbij helpen.

Millar et al. (2003) beschrijven een systematiek om practica categorisch te kenmerken. Opgestelde categorieën uit deze systematiek zijn door hen vertaald naar een vragenlijst waarin de verschillende elementen van het laboratoriumwerk weergegeven worden. Op deze wijze kan bestudeerd worden of het gehele programma daadwerkelijk leidt tot het gewenste leerdoel. Door deze systematiek van Millar et al. (2003) te combineren met het instructional design model van Merriënboer (1997) ontstaat een wijze waarop zowel het leerdoel en de inhoudelijke aard van de bijbehorende leertaken, als de wijze waarop de sequentie van de leertaken geëvalueerd kunnen worden. Door vervolgens de effectiviteit van deze leertaken te meten, volgens Nadolski et al. (2006), kan worden herleidt of de leerdoelen daadwerkelijk worden behaald, en hoe effectief deze leertaken dan zijn.

Paas, Merriënboer en Adam (1994) beschrijven een meetinstrument om de cognitieve belasting (cognitive load of mental effort) te meten. Zij baseren deze meetschaal op een onderzoek van Bratfisch, Borg en Dornic (1972). Hier werden de ondervraagden gevraagd om de leertaken te beoordelen op moeilijkheid op een 9-punts schaal (1-zeer, zeer makkelijk tot 9-zeer, zeer moeilijk). Paas et al. (1994) hebben deze schaal benoemd met de term, mental effort (mentale inspanning), waarbij de 9-punts schaal gehandhaafd bleef (1-zeer, zeer lage mentale inspanning tot 9-zeer, zeer hoge mentale inspanning).

Maynard en Hakel (1997) gebruiken een vragenlijst om zowel de complexiteit van de leertaak als de motivatie te meten. Deze vragenlijst bestaat uit acht onderdelen, welke allen op een 7-puntsschaal in de vorm van stellingen worden uitgezet (1-geheel oneens; 7- geheel eens). Bovendien wordt naar de mate van initiële ervaring gevraagd op een 4-punts schaal (geen, gering, matig en veel). Ook werden de studenten gevraagd om te bepalen hoeveel tijd ze voor de taak nodig hadden. Maynard en Hakel (1997) concluderen dat de taak performance samenhangt met de cognitieve belasting, motivatie en de mate van complexiteit. Dit ondersteunt het feit waarom Nadolski et al. (2006) de leerefficiëntie van de leertaak beoordeeld door de prestatie, cognitieve belasting, motivatie en tijd mee te nemen als graadmeters.

Onderzoeksvragen

Om het probleem het hoofd te bieden is het noodzakelijk om te weten hoe de lessenserie positief op een structurele manier verbeterd kan worden. Hiertoe worden drie onderzoeksvragen gesteld (zie hieronder), met de volgende strekking: het in kaart brengen van de identiteit van de huidige tweede jaars practica, toetsing van de huidige lesmethodiek aan een ideale situatie, het meten van de studentenleerprestatie gecorreleerd aan de aanpassing van de lessenserie volgens studenten. Deze pijlers leiden tot de volgende hoofdvraag: *In hoeverre leidt een aanpassing aan de lessenserie (X en Y), welke aansturen op onderzoeksvaardigheden, tot een betere studentenprestatie.*

1. *Hoe worden de verschillende practica (X en Y) uit leerjaar 2 gekenmerkt?*
2. *Op welke manier en in welke mate zijn de verschillende elementen van het 4C/ID model (Merriënboer, 1997) & de pre-post methode (Abdulwahed & Nagy, 2009) terug te vinden in de huidige lessenserie gericht op het aanleren van onderzoeksvaardigheden?*
3. *In welke mate is er een verband tussen de leerprestatie en hetgeen studenten rapporteren over de aangepaste lessenserie.*

Toelichting op onderzoeksvraag 1

Met de beantwoording van onderzoeksvraag 1 wordt met name gezocht naar bevestiging van de gesignaleerde problematiek zoals wordt beschreven in de verlegenheidssituatie, namelijk het tekort schieten van de begeleiding op de resultaatverwerking naar aanleiding van de resultaten van de practica. Daarnaast biedt het input voor onderzoeksvraag 2.

Toelichting op onderzoeksvraag 2

Nu de practica gekenmerkt zijn, kan op basis van de voorgestelde theoretische modellen (elementen daarvan) voortkomend uit het theoretisch kader: 4C/ID model (Merriënboer, 1997) & de pre-post methode (Abdulwahed & Nagy, 2009) gezocht worden naar mogelijke lacunes in de opbouw van de lessenserie. Op deze manier kan op een systematische wijze een brede basis worden gelegd voor het ontwerp van de aanpassing van de lessenserie (interventie). Bovendien zal de uitkomst van deze vraag tot meer inzicht leiden over de verklaring waarom we volgens de verlegenheidssituatie te maken hebben met een ontevreden en slecht presterende studentengroep.

Toelichting op onderzoeksvraag 3

Deze onderzoeksvraag gaat in of er een verband is tussen de aanpassing van de lessenserie en de studentenleerprestatie op basis van hetgeen studenten rapporteren. Deze onderzoeksvraag gaat welleswaar niet zo zeer in op het kwantitatieve aspect van een potentiële verbetering, maar er wordt juist gezocht naar deelaspecten die al dan niet bijdragen aan een positieve leerprestatie ten gevolge van de toegepaste interventie volgens studenten. Naast de prestatie is het van belang om zowel naar motivatie als cognitieve belasting van de totale leertaak en deelaspecten te kijken. De samenhang tussen deze drie aspecten kan wellicht tot inzichten leiden welke kunnen bevestigen of de interventie succesvol is volgens studenten. De probleembeschrijving beschrijft een ontevreden studentengroep die ondermaats presteert. Mogelijk heeft deze groep met een lage motivatie en een hoge cognitieve belasting te maken waardoor de prestatie dus tegenvalt. Daartoe is de verwachting dat de interventie succesvol is als de motivatie hoog is en de cognitieve belasting laag bij een hoge studentenprestatie.

Relevantie van resultaten

Bij de opleidingen X en Y leiden we studenten op om in een onderzoeksomgeving te gaan werken. Hoe beter we de studenten kunnen voorbereiden op de beroepssituatie en hoe beter we hen begeleiden bij de ontwikkeling van hun vaardigheden, hoe beter zij in het bedrijfsleven kunnen functioneren bij aanvang van hun loopbaan. De resultaten van dit onderzoek kunnen direct bijdragen aan verbeteringen in het curriculum van onze opleidingen als het gaat om het ontwerp van practica in jaar 2.

Door onderzoeksvraag 1 te beantwoorden zal de huidige situatie in kaart gebracht worden en bovendien geeft dit een overzicht van de practicumkenmerken. De resultaten van deze onderzoeksvraag zijn niet alleen belangrijk voor het vervolg in dit onderzoek, maar bieden dus ook een overzicht van de opbouw van deze lessenseries t.a.v. de koppeling van leertaken en leerdoelen. Dit biedt veel informatie voor diegenen die binnen de school verantwoordelijk zijn voor het ontwerp van de leerlijnen om zo afstemming tussen practica onderling en theorievakken te bewerkstelligen. Daarnaast is er een steeds grotere behoefte binnen het HBO-onderwijs om de toetsing van vakken beter te documenteren. Docenten dienen middels een landelijke basis kwalificatie examinering (BKE) zich de vertaalslag van leerdoelen naar leertaken en beoordeling eigen te maken, met als doel dat alle afzonderlijke vakken aantoonbaar worden getoetst en deze toetsing transparant is en kwaliteit biedt. De resultaten zullen direct dus input opleveren voor huidige en nieuwe docenten binnen School X om hier inzicht in te krijgen en dient eventueel als inspiratie voor andere practica.

Onderzoeksvraag 2 geeft met name inzicht in welke mate er bij practica sprake is van een methode om onderzoeksvaardigheden aan te leren. Door practica te vergelijken op basis van het 4C/ID model (Merriënboer, 1997) en pre-post model (Abdulwahed & Nagy, 2009) kan geëvalueerd worden of de geselecteerde practica ook op een doelgerichte en systematische wijze aan de leerdoelen werkt. Dit biedt mogelijkheden om in de toekomst verbeteringen te maken, en eventueel herontwerp van practica te bewerkstelligen. Deze onderzoeksvraag is niet alleen relevant om randvoorwaarden voor onderzoeksvraag 3 op te stellen, maar kan ook voor andere opleidingen binnen onze academie (opleidingen N en M) handvatten bieden om de onderzoeksleerlijn bij practica onder de loep te nemen.

Onderzoeksvraag 3 gaat in op het verband tussen de wijze waarop de aangepaste practica worden vormgegeven volgens de student en de daadwerkelijke leerprestatie van de student. Uitgaande van het antwoord op vragen 1 en 2 wordt een onderdeel uit de lessenserie aangepast en vervolgens geëvalueerd op leerprestatie. Dit geeft informatie over hoe we practica kunnen aanpassen en de studenten tijdens de lessen al meer aan het (inhoudelijke aspecten) verslag te laten werken, zodat onderzoeksvaardigheden beter worden begeleidt. Dit laatste is erg relevant voor alle docenten die practica geven, aanpassen of (her)ontwerpen. De uitkomst van onderzoeksvraag 3 kan richting geven hoe we in het algemeen practica kunnen verbeteren als het gaat om onderzoeksvaardigheden. Bovendien wordt in dit onderzoek naar belevingen van studenten gevraagd. Middels dit onderzoek krijgen we meer inzicht hoe de studenten functioneren en wat hun wensen zijn t.a.v. hun leerproces. We kunnen de practica dan zo opstellen dat de student zo min mogelijk belast wordt met niet relevante zaken tijdens practica, zodat dat de student de focus op de inhoud en competentieontwikkeling kan leggen.

Methode

Hieronder wordt de methode in verschillende stappen besproken. De opeenvolging van deze verschillende stappen wordt eerst toegelicht aangezien er gebruik wordt gemaakt van een herhaling in de methode t.b.v. een verbetercyclus.

Om de practica (training X en training Y) te kenmerken is in **stap 1** gebruik gemaakt van de methode van Millar et al. (2003). Omdat verschillen tussen de practica erg klein waren is vervolgens in **stap 2** de koppeling naar leerdoelen gezet, zodat duidelijk wordt of we te maken hebben met hetzelfde type practica op basis van leerdoelen. Hiermee wordt dus de koppeling van de aard van de practica met de leerdoelen gezet. Dit wordt gedaan door gebruik te maken van een onderverdeling in taakclusters en taakklassen. In **stap 3** wordt een evaluatie gemaakt van de aanwezigheid van de elementen uit het 4C/ID model, tevens wordt hiermee het kenmerken van de practica voltooid. Deze drie stappen worden gekoppeld aan onderzoeksvragen 1 en 2, en op basis van deze uitkomsten wordt de interventie ontworpen. Stap 3 is uiteindelijk een verdiepingsslag (verbetering) van stap 2 geweest, en stap 2 weer een verdieping (verbetering) op stap 1.

Om de interventie en de onderzoeksmethodiek te evalueren en te verbeteren wordt een herhaling van de onderzoeksmethodiek uitgevoerd (stap 4, 5 en 6). Het onderzoek is gefocust op de studentengroepen van de training X (tweede semester). Omdat in het vak Y (eerste semester) eenzelfde problematiek werd gesignaleerd (eerder onderzoek, Seeters (2015)) wordt de onderzoeksmethodiek eerst uitgetest in deze groep.

In **stap 4** wordt een enquête afgenomen onder studenten over de ontworpen interventie. Voor de training Y spreken we over **interventie 1** (training Y). Bij stap 4 zijn tevens de context en de meetinstrumenten besproken. Daarna wordt in **stap 5** de analyse van de enquête uitgevoerd. Naar aanleiding van stap 5 wordt in **stap 6** een interview met de studenten uitgevoerd. Uit stap 4, 5 en 6 t.b.v. interventie 1 (Cyclus 1) worden aanbevelingen en aanpassingen gedaan, en worden stappen 4, 5 en 6 herhaald ten behoeve van **interventie 2**, welke toegespitst is op de training X (Cyclus 2).

Stappen 1,2 en 3 (onderzoeksvragen 1 en 2)

De methode van Millar et al. (2003) is in eerste instantie gehanteerd voor het kenmerken van de practica (training X en training Y). Elk afzonderlijk practicum uit de desbetreffende lessenserie is beoordeeld aan de hand van de checklist van Millar et al. (2003). Tevens zijn de leerdoelen per practicum naar aanleiding van de syllabi van de practica gekoppeld aan de leertaken. Hieruit bleek (zie hoofdstuk resultaten) dat er nauwelijks verschillen waren in de opbouw van de practica en deze allen equivalent waren. Veel leerdoelen kwamen niet expliciet terug in de uitvoering van de practica zelf.

Om deze reden is gekozen om de practica opnieuw (verder) te kenmerken en is vervolgens gebruik gemaakt van de beschrijving voor het opstellen van taakclusters en taakklassen volgens Janssen-Noordman en Merriënboer (2009). Omdat de meeste leerdoelen niet in de uitvoering terug kwamen, is daarom onderzocht of er andere taakclusters aanwezig waren waar deze doelen wel in terug kwamen. De taakclusters (voorbereidingen, praktische uitvoering en

resultaatverwerking) zijn benoemd conform de indeling die is voorgesteld door Abdulwahed en Nagy (2009): voorbereiding, uitvoering, uitwerking. Als bron voor het opstellen van de taakklassen zijn de activiteiten en leerdoelen conform de syllabi van de practica benoemd en vervolgens gekoppeld aan de taakclusters. Om te verifiëren of deze taakclusters en taakklassen realistisch zijn, is nagegaan of deze terugkwamen in de 'Body of Knowledge en Body of Skills' (BoKS) van Domein Applied Science (Hildehorst & Korteland, 2011; Stichting DAS, 2016). De taakklassen zoals deze voor dit onderzoek zijn benoemd zijn specifiekere dan in de BoKS wordt aangegeven.

Vervolgens is de methode van Millar et al. (2003) en de koppeling van leerdoelen opnieuw uitgevoerd om na te gaan hoe de practica gekenmerkt werden. Hieruit bleek (zie hoofdstuk resultaten) dat de kenmerken van de verschillende practica nog steeds equivalent zijn, maar dat de leerdoelen conform de toetsing van de vakken voornamelijk toegekend konden worden aan de taakklasse 'uitwerking van resultaten'. Daartoe is nogmaals een verbeteringslag gemaakt (zie hieronder).

Vervolgens is conform de beschrijving van het 4C/ID model, zie hieronder (Janssen-Noordman & Meriënboer, 2009), beoordeeld in hoeverre de begeleiding (schriftelijke begeleiding) van toepassing was op de desbetreffende taakklasse, waar tevens de koppeling met de leerdoelen (leertaken) en toetsing (later prestatie, zie methode onderzoeksvraag 3) zichtbaar wordt. De volgende componenten uit het 4C/ID model zijn op aanwezigheid beoordeeld: ondersteunde informatie, procedurele informatie en deeltaakoefeningen. Daarnaast is de fysieke docentbegeleiding beoordeeld per practicum. Voor de beoordeling van al deze componenten zijn beoordelingscriteria uit *tabel 1* gebruikt.

Tabel 1: Criteria voor beoordeling van de mate van begeleiding: docentbegeleiding, ondersteunende informatie, procedurele informatie en deeltaakoefeningen.

<i>Docentbegeleiding</i>		<i>Ondersteunende informatie</i>	
0	De docent is niet aanwezig bij de activiteit en niet bereikbaar voor vragen	0	Er is geen ondersteunende informatie aanwezig
1	De docent is niet aanwezig bij de activiteit maar bereikbaar voor vragen	1	Er is beperkte ondersteunende informatie aanwezig en is eenzijdig
2	De docent is aanwezig bij de activiteit maar in zeer beperkte mate betrokken bij de activiteit	2	Er is uitgebreide ondersteunende informatie aanwezig en is eenzijdig
3	De docent is minder dan de helft van de tijd aanwezig bij de activiteit en in die tijd wel betrokken bij de activiteit	3	De ondersteunende informatie is volledig aanwezig maar is multi-interpretabel
4	De docent is meer dan de helft van de tijd aanwezig bij de activiteit en in die tijd geheel betrokken bij de activiteit	4	De ondersteunende informatie is volledig aanwezig, eenduidig en promoot zelfstandigheid
5	De docent is heel de activiteit aanwezig én de gehele tijd betrokken bij de activiteit	5	De ondersteunende informatie is volledig aanwezig, eenduidig, promoot zelfstandigheid en zet de student aan het denken

<i>Procedurele informatie</i>		<i>Deeltaakoefeningen</i>	
0	Er is geen procedurele informatie aanwezig	0	Er zijn geen deeltaakoefeningen beschikbaar
1	Er ontbreken cruciale onderdelen uit de procedurele informatie waardoor een handeling niet in zijn geheel uitgevoerd kan worden	1	Er zijn minder dan 3 openvragen of meerkeuzevragen beschikbaar zonder feedback
2	Er ontbreken cruciale onderdelen uit de procedurele informatie welke fouten in de handelingen veroorzaken	2	Er zijn meer dan 3 maar minder dan 10 openvragen of meerkeuzevragen beschikbaar zonder feedback
3	Er ontbreken details uit de procedurele informatie waar toelichting bij nodig is	3	Er zijn minder dan 3 openvragen of meerkeuzevragen beschikbaar met feedback
4	De procedurele informatie is volledig maar is op meerdere manieren te interpreteren	4	Er zijn meer dan 3 maar minder dan 10 openvragen of meerkeuzevragen beschikbaar met feedback.
5	De procedurele informatie is volledig zodat studenten de handelingen zelfstandig kunnen uitvoeren	5	Er zijn meer dan 10 openvragen of meerkeuzevragen beschikbaar met feedback.

Naar aanleiding van de resultaten (zie hoofdstuk resultaten) van stap 1, 2 en 3 is een interventie ontworpen en vervolgens is deze interventie geëvalueerd om daarmee onderzoeksvraag 3 te kunnen beantwoorden (zie hieronder).

Stap 4: enquête (t.b.v. onderzoeksvraag 3)

In de verlegenheidssituatie van dit rapport wordt voor het vak X het probleem van een slechte studentprestatie benoemd. Er is gekozen om eerst het vak Y te onderzoeken (waar een soort gelijk probleem aan de orde is als bij X), met als doel om de interventie en data-analyse te verbeteren. Tevens genereert dit een mogelijke vergelijking voor een discussievoering. Hieronder is zowel de methode van gegevensverzameling besproken voor de training Y en vervolgens de training X.

Interventie 1 en 2, opzet en uitwerking van de enquête

Uit stap 3 is gebleken dat er weinig tot geen begeleiding is op de onderdelen 'voorbereiding' en 'resultaatuitwerking' van de practica. Daartoe is op basis van het onderzoek van Abdulwahed en Nagy (2009) een digitale interventie ontwikkeld. Deze interventie bestaat uit een digitale meerkeuzetoets waarin vragen over de 'voorbereiding', de 'uitvoering' en de 'resultaatverwerking' van het desbetreffende practicum worden gesteld. De voorbeelden waarop de vragen zijn gebaseerd zijn niet identiek aan vragen die in de afsluitende toets voorkomen (deze toets heeft de vorm van een schriftelijke verslaglegging), om te voorkomen dat studenten enkel scoren op reproductie vaardigheden.

Training Y (interventie 1, cyclus 1)

Zeventien deelnemende tweede jaars studenten ($n=17$) van de opleiding chemie (major X) hebben drie practicum contactmomenten (training Y) gehad van elk 3,5 uur. Er was één docent die het vak gaf aan deze studenten. Als voorbereiding hebben de studenten het practicum voorschrift doorgelezen, vertaald in eigen woorden en vervolgens de digitale toets voor aanvang van de uitvoering van elk practicum gemaakt. Deze digitale toetsen vormen de ontworpen interventie. De interventie bestond dus uit drie digitale meerkeuzetoetsen welke elke

voorafgaand aan het desbetreffende practicum zijn afgenomen. De tweede meerkeuzetoets bevatte ook vragen over het eerste practicum, en de derde toets bevatte vragen over het tweede practicum. De toetsjes konden een onbeperkt aantal keer gemaakt worden en vragen met antwoordopties werden in steeds dezelfde volgorde aangeboden. Tijdens de laatste les is een digitale enquête (anoniem) afgenomen (**bijlage I**) via de survey applicatie in de digitale leeromgeving X. Studenten hebben voor aanvang van de enquête hun beoordeling schriftelijk terug gehad.

Training X (interventie 2, cyclus 2)

Tweënvijftig deelnemende tweede jaars studenten ($n=52$) van de opleiding X en opleiding Y (major X) hebben 6 practicum contactmomenten (training X) gehad van elk 3,5 uur. Er waren 4 gelijk verdeelde groepen met elk een andere docent. De interventie die hierboven (training Y) is beschreven is ook toegepast op deze training, echter zijn de vragen uit de digitale toetsen aangepast aan de inhoud van de training X. In **bijlage I** zijn de inhoudelijke wijzigingen met betrekking tot de afgenomen enquête opgenomen. De meest voorname wijzigingen ten opzichte van de training Y zijn de vaardigheden waar de studenten aan werken; deze zijn hieronder weergegeven. Op basis van de resultaten inclusief interview met studenten (zie hoofdstuk resultaten; interview) van de eerste onderzoekscyclus (training Y) zijn aanbevelingen omtrent de interventie geformuleerd, waarvan een aantal zijn doorgevoerd in de tweede onderzoekscyclus (training X). De wijzigingen zijn als volgt: de vragen en antwoordopties van de toetsjes worden in willekeurige volgorde (en per student steeds anders) aangeboden, de prestatie van de toetsjes wordt als voorwaardelijke beoordeling meegewogen in de eindbeoordeling, de studenten krijgen per toets slechts twee pogingen om op de toets positief te scoren. Daarnaast zal minimaal 70% van de toetsvragen (per toetsje) over de resultaatuitwerking gaan.

Meetinstrumenten

Achtergrond kenmerken

Middels een digitale enquête (**bijlage I**) zijn achtergrond kenmerken van de tweede jaars chemie studenten (training Y) verzameld zoals geslacht, leeftijd en vooropleiding. Daarnaast (**bijlage I**, vragen 16 tot en met 22) is de mate van ervaring met de desbetreffende vaardigheden bevestigd; de mate van ervaring met basisvaardigheden (L-L extractie, rotavap, destillatie en reflux), bedienen van het FTIR apparaat, bedienen van het NMR apparaat, analyse van stoffen met TLC, uitwerken van FTIR resultaten in een verslag, uitwerken van TLC resultaten in een verslag, en uitwerken van NMR resultaten in een verslag; alle items worden gewaardeerd op een 4-puntschaal. Deze 4-puntschaal werd als volgt gekenmerkt; 1 = nog nooit gedaan, 2 = een keer gedaan, 3 = meerdere malen gedaan, 4 = deze vaardigheid is routine voor mij. Deze methode is gebaseerd op het bevragen van voorkennis en ervaring volgens Maynard en Hakel (1997). In **bijlage I** is de enquête voor de training X additioneel weergegeven. Verder is dezelfde wijze van gegevens verzameling gehanteerd voor de training X als voor de training Y. De bovenbeschreven vaardigheden zijn vervangen voor de volgende: pipeteren en oplossingen maken, bedienen van apparatuur (fotometers), calibratielijnen opstellen, monsterconcentraties uitrekenen, statistische verwerking (95% BI), discussie voeren, conclusie trekken.

Instrument voor de prestatie

De studenten hebben een verslag geschreven naar aanleiding van de drie uitgevoerde practica. Het verslag is beoordeeld volgens een vooraf opgestelde rubric waarin de onderdelen zijn opgenomen die ook in de digitale meerkeuzetoetsen zijn aangeboden. Per item worden punten toegekend conform de criteria zoals deze in de rubric zijn opgenomen. Hieruit volgt een berekend beoordelingscijfer (0-10) welke als maat dient voor de prestatie.

Instrument voor de motivatie

Middels een digitale enquête (bijlage I, stellingen 1 tot en met 6) zijn zes stellingen voorgelegd aan de bevroegde studenten waar een waardering op een 7-punsschaal aangegeven kon worden (1 = totaal mee oneens, 2 = niet mee eens, 3 = gedeeltelijk mee eens, 4 = niet mee eens en niet mee oneens, 5 = gedeeltelijk mee eens, 6 = mee eens, 7 = totaal mee eens) in welke mate de studenten gemotiveerd waren voor een bepaalde (deel)leertaak. Deze 7-puntsschaal is ontwikkeld door Maynard en Hakel (1997) maar is voor dit onderzoek aangepast. In tegenstelling tot Maynard & Hakel (1997) is per stelling benoemd om welke (sub)leertaak het gaat. Dit is van toepassing op stellingen 1 tot en met 4. Stellingen 5 en 6 bevragen de motivatie voor de gehele leertaak. Stelling 6 is opgenomen om na te gaan of studenten gemotiveerd zijn om een zo'n hoog mogelijke prestatie te leveren. *Validatie*: de vertaling en inhoud van de vragen zijn door middel van een face validity methode (Brinkman, 2009) gevalideerd door een panel van 2 personen die de Engelse taal op C2 niveau beheersen.

Instrument voor de mate van complexiteit

Middels een digitale enquête (**bijlage I**, stellingen 7 tot en met 10) zijn vier stellingen voorgelegd aan de bevroegde studenten waar een waardering op een 7-punsschaal aangegeven kon worden (1 = totaal mee oneens, 2 = niet mee eens, 3 = gedeeltelijk mee eens, 4 = niet mee eens en niet mee oneens, 5 = gedeeltelijk mee eens, 6 = mee eens, 7 = totaal mee eens) in welke mate de studenten een de gehele leertaak complex vonden. Deze 7-puntsschaal is ontwikkeld door Maynard en Hakel (1997). Daarnaast is een sorteertaak (**bijlage I**, vraag 30) aangeboden aan elke student, waarin de student de afzonderlijke leertaken op volgorde van oplopende complexiteit moest leggen, conform de methode van Nadolski et al. (2005). De studenten werden gevraagd om de meest complexe leertaak het cijfer negen (9) te geven, de op een na meest complexe leertaak een acht (8), en te eindigen met het benoemen van de minst complexe leertaak met een één (1). *Validatie*: de vertaling en inhoud van de vragen zijn door middel van een face validity methode (Brinkman, 2009) gevalideerd door een panel van 2 personen die de Engelse taal op C2 niveau beheersen.

Instrument voor de cognitieve belasting

Middels een digitale enquête (bijlage I, stellingen 11 tot en met 15) zijn vijf stellingen voorgelegd aan de bevroegde studenten waar een waardering op een 9-punsschaal aangegeven kon worden (1 = extreem makkelijk, 2 = heel makkelijk, 3 = makkelijk, 4 = soms makkelijk, 5 = niet makkelijk en niet moeilijk, 6 = soms moeilijk, 7 = moeilijk, 8 = heel moeilijk, 9 = extreem moeilijk) in welke mate de studenten de (deel)leertaken cognitief belastend vonden. Dit enquête-onderdeel is opgesteld conform de methode van Bratfisch, Borg en Dornic (1972) en Paas, Merriënboer en Adam (1994). De waarderingsschaal is aangepast. Er wordt namelijk gevraagd in welke mate de leertaak moeilijk is. Deze schaal wordt vervolgens geïnterpreteerd als zijnde een maat voor de cognitieve belasting

zoals Paas, Merriënboer en Adam (1994) dit beschrijven. Paas, Merriënboer en Adam (1994) bevragen direct de cognitieve belasting, door deze term ook in de vraag of stelling op te nemen. Om verwarring voor studenten te voorkomen is hier gekozen om te vragen naar hoe moeilijk studenten de leertaken vonden. *Validatie*: de vertaling en inhoud van de vragen zijn door middel van een face validity methode (Brinkman, 2009) gevalideerd door een panel van 2 personen die de Engelse taal op C2 niveau beheersen.

Instrument voor evaluatie van de interventie

Middels een digitale enquête (**bijlage 1**, stellingen 23 tot en met 29) zijn zeven stellingen voorgelegd aan de bevroagde studenten waar een waardering op een 6-punsschaal aangegeven kon worden (1 = totaal niet mee eens, 2 = niet mee eens, 3 = gedeeltelijk niet mee eens, 4 = gedeeltelijk mee eens, 5 = mee eens, 6 = totaal mee eens) in welke mate de studenten baat bij de interventie hebben gehad volgens hun beleving. Vraag 29 (**bijlage 1**) is ter controle toegevoegd, waarin studenten expliciet wordt bevroagd of ze denken dat de interventie tot een betere prestatie heeft geleidt. *Validatie*: de inhoud van de vragen zijn door middel van een face validity methode (Brinkman, 2009) gevalideerd door een panel van 2 personen.

Stap 5: Analyse (t.b.v. onderzoeksvraag 3)

De analyse is opgedeeld in drie afzonderlijke onderdelen, namelijk: bestudering van taakcomplexiteit, classificatie op basis van studentenrespons en bestudering van effecten en neveneffecten volgens studenten n.a.v. de enquête.

Taakcomplexiteit

De mate van overeenstemming onder studenten t.a.v. de taakcomplexiteit wordt bepaald door Kendall's W van de afzonderlijke leertaken te bepalen op basis van de sorteertaak vraag 30 (**Bijlage 1**). Kendall's W geeft aan in welke mate de ondervraagden overeenkomen hoe complex de leertaken zijn ($W = 0,0$; volledig niet overeenkomstig, $W = 1,0$; volledig overeenkomstig). Uit de Kendall's W analyse wordt een chi-kwadraat toets uitgevoerd ($p \leq .05$), om na te gaan of de mate van overeenstemming die verondersteld wordt significant is (Legendre, 2010). Van de voorbereidingsstaak en de taken met betrekking tot het verslag wordt de mate van overeenstemming opnieuw bepaald om na te gaan in hoeverre de studenten overeenstemming hebben over de mate van complexiteitverschillen in de voorbereiding en verslaguitwerking (de twee taakklassen die uit stap 3 van de methode minimale begeleiding hadden, zie hoofdstuk resultaten, onderzoeksvraag 1 en 2). Uit deze analyse zal voortvloeien waar de nadruk in de verdere analyse op gelegd moet worden (zie hieronder). Afsluitend wordt bepaald in hoeverre de studenten de meest complexe leertaken ook daadwerkelijk moeilijk vonden. Indien hier meerdere items uitkomen wordt nagegaan in hoeverre deze items verschillen van elkaar. Hiertoe wordt een F-toets uitgevoerd ($p \leq .05$). Voor zowel de training Y en training X wordt dezelfde hierboven beschreven strategie aangehouden.

Classificatie

Om na te gaan of de interventie volgens studenten geholpen heeft bij het uitwerken van de resultaten, worden de studenten geclassificeerd op basis van prestatie, motivatie (vraag 3) t.a.v. verslagverwerking, en cognitieve belasting (gemiddelde van vraag 13 en 14) t.a.v. de resultaatverwerking. Daarnaast wordt bepaald hoeveel procent van de populatie voldoet aan de volgende categorieën/profielen in *tabel 2*.

Tabel 2: Indeling in categorieën naar aanleiding van prestatie, motivatie en cognitieve belasting.

Categorie/Profiel	Prestatie	Motivatie	Cognitieve belasting
A) Student die mogelijk hoog scoort door motivatie	hoog	Hoog	hoog
B) Student met hoge motivatie en lage cognitieve belasting welke daardoor hoogstwaarschijnlijk hoog presteert.	hoog	Hoog	Laag
C) Student met vermoedelijk weinig affiniteit voor de taak, en die ondanks hij/zij het moeilijk vindt toch hoog scoort.	hoog	Laag	hoog
D) Student die het waarschijnlijk te makkelijk vindt	hoog	Laag	Laag
E) Student die cognitief sterk belast wordt en het daardoor mogelijk moeilijk vindt	laag	Hoog	hoog
F) Student die denkt het te begrijpen, maar niet goed scoort.	laag	Hoog	Laag
G) Student welke cognitief belast wordt en daardoor vermoedelijk gedemotiveerd is en dus laag scoort	laag	Laag	hoog
H) Student die het makkelijk vindt, vermoedelijk niet genoeg uitgedaagd wordt en daardoor laag scoort	laag	Laag	Laag

De volgende criteria worden aangehouden: hoog op prestatie, score $\geq 6,5$, laag op prestatie, score $\leq 6,5$; hoog op motivatie ≥ 5 , laag op motivatie ≤ 5 ; hoog op cognitieve belasting ≤ 5 , laag op cognitieve belasting ≥ 6 .

Validatie: De verwoording van deze categorieën en de koppeling met prestatie, motivatie en cognitieve belasting zijn via een content validity methode gevalideerd gebaseerd op Polit en Beck (2006). Hier is gebruik gemaakt van een panel van 4 vakdocenten. Losse categorieomschrijvingen die lager dan 0,75 (75%) scoren op de content validity index (CVI) zijn samen met het panel opnieuw geformuleerd.

Effect en neveneffecten volgens studenten

Vervolgens wordt per groep bepaald hoeveel procent van de studenten van de desbetreffende groep vinden dat de interventie met betrekking tot verslagverwerking heeft geholpen, zal deze student op vraag 24 ≥ 5 moeten scoren. Tevens worden dezelfde criteria voor vraag 29 gehanteerd, waarmee wordt bepaald hoeveel procent van de studenten de interventie in het algemeen heeft geholpen. Voor vraag 23 en 25 wordt score ≤ 3 als criterium aangehouden om te bepalen in hoeverre de docent een rol heeft gespeeld en of de studenten vinden dat ze hulp nodig hadden bij de resultaatuitwerking. Vervolgens wordt bepaald welke studenten van deze groep al ruime ervaring hadden met de afzonderlijke vaardigheden. Dit wordt bepaald op basis van vragen 16 tot en met 22 uit de enquête (**bijlage 1**). Er wordt specifiek gekeken naar vragen 20 en 22, welke specifiek over resultaatverwerkingen gaat. Tot slot wordt gezocht naar enkele verbanden, zoals interesse en studiekeuze, of tijdsinvestering en prestatie. Zoals hierboven beschreven, zijn de criteria steeds per vraag weergegeven. Bij overige pijlers voor het zoeken naar verbanden wordt steeds een ondergrens van 60% op de desbetreffende meetschaal gehanteerd om een student positief te classificeren.

Stap 6: Interview t.b.v. verbetering van de interventie en onderzoeksmethode

Naar aanleiding van de afgenomen en uitgewerkte enquête is een groepsinterview afgenomen bij enkele deelnemende studenten. Voor de training Y ($n = 6$) hebben 6 studenten deelgenomen. Deze studenten zijn random gekozen. De hoofdonderdelen uit het interview waren de complexiteit van de leertaken, de koppeling tussen de interventie en de leerprestatie, verklaringen van observaties uit de enquête, en suggesties tot verbetering van de onderzoekscyclus. Voorafgaand zijn de uitwerkingen van de enquête niet met de studenten gedeeld, en is per onderdeel steeds eerst gevraagd wat de studenten dachten dat eruit kwam, en vervolgens is het geobserveerde resultaat uit de enquête gedeeld. Vervolgens werd per item aan de studenten een verklaring voor het geobserveerde resultaat gevraagd. Er zijn geluidsopnames van de interviews gemaakt. De uitkomsten in de vorm van aanbevelingen van het interview naar aanleiding van de training Y is gebruikt om de onderzoeksmethodiek voor de training X te optimaliseren en te verbeteren (zie ***bijlage I***).

Naar aanleiding van de analyse van interventie 2 (training X) is een interview uitgevoerd met 7 studenten ($n=7$) op soortgelijke wijze als hierboven is beschreven. De nadruk lag hier voornamelijk op het vinden van verklaringen en bevestiging van de gevonden resultaten. De studenten zijn als eerst bevraagd, daarna zijn de studenten met resultaten geconfronteerd, waarna zij daar nogmaals op reageerden.

Resultaten

Onderzoeksvragen 1 en 2

Hieronder worden de resultaten weergegeven t.a.v. onderzoeksvragen 1 en 2. Hieruit vloeit een deelconclusie voort welke een ontwerp voor een interventie omschrijft.

Taakklassen

Voor de training Y en training X zijn de taakclusters en taakklassen door middel van documentanalyse benoemd. Deze hiërarchie is in *tabel 3* weergegeven.

Tabel 3: Taakclusters met onderverdelingen in taakklassen.

Taakclusters		
<i>Voorbereidingen (V)</i>	<i>Praktische uitvoering (P)</i>	<i>Resultaat uitwerkingen (R)</i>
V1.Veiligheidsanalyse opstellen	P1.Basis vaardigheden uitvoeren	R1.Resultaten in het labjournaal ordenen
V2.Doelen en hypothese	P2.Kwantitatieve analyses	R2.Resultaten grafisch uitwerken
V3.Principe verwoorden	P3.Kwalitatieve analyses	R3.Statistische verwerking 1: R^2 , Standaarddeviatie, procentueel verschil
V4.Methode vertalen in eigen woorden	P4.Specifieke vaardigheden uitvoeren	R4.Statistische verwerking 2: 95% betrouwbaarheidsinterval, detectiegrens en gevoeligheid
V5.Flowschema maken	P5.Plannen en organiseren	R5.Kwalitatieve uitwerking van data
V6.Methode zelf aanpassen	P6. Overkoepelende experimenten uitvoeren, meer dan 1 les	R6.Discussie en conclusie 1: fouten benoemen, en berekende waarde noemen
V7.Methode zelf ontwerpen	P7.Resultaten noteren in het labjournaal	R7.Discussie en conclusie 2: verbinden van verschillende metingen en inhoudelijke discussie, koppeling naar doelstelling en hypothese

Leertaken, leerdoelen en begeleiding

Conform de checklist van Millar et al. (2003) zijn de practica gekenmerkt. Hier zijn zowel voor de training Y en training X nauwelijks tot geen verschillen waargenomen t.a.v. het karakter van de practica. De practica kenmerken zich allen als practica waar gewerkt wordt aan onderzoeksvaardigheden, en met name het uitvoeren van praktische experimenten waarbij een resultaatverwerking gewenst is. Hieronder zijn de leerdoelen van beide trainingen weergegeven. In *tabellen 5 en 6* is vervolgens weergegeven welke taakklassen verbonden zijn aan welke leerdoelen. De leerdoelen zijn verwezen middels het corresponderende cijfer uit *tabel 4*. De taakklassen zijn verwezen met een letter en cijfer conform *tabel 3*. Tevens is weergegeven in welke mate de begeleiding (docentbegeleiding, ondersteunende informatie, procedurele informatie en deelleertaken) van toepassing is op de afzonderlijke practica. Beide trainingen omvatten zes verschillende practica. De leerdoelen van de beide trainingen zijn op de volgende pagina weergegeven.

Tabel 4: Leerdoelen training Y en training X.

Leerdoelen training Y

1. De student voert een synthese uit waarbij de productvorming gestuurd wordt door verschillende reactanten verhoudingen.
2. De studenten voeren NMR en FTIR analyses uit, en interpreteren de data zodat een uitspraak gedaan kan worden welk molecuul gesynthetiseerd is.
3. De student voert opwerkingstechnieken zoals (her)kristallisatie, (vacuüm)destillatie, L/L-extractie uit zodat het product met een grotere zuiverheid wordt verkregen dan is begonnen.
4. De student voert een TLC analyse uit, en werkt deze uit zodanig dat bevestigd kan worden dat de synthese heeft plaatsgevonden.
5. De studenten kunnen een emulsiepolymerisatie uitvoeren.
6. De studenten voeren een 2-staps synthese uit waarbij ze de gewenste producten aantonen met FTIR en NMR.
7. De student werkt planmatig op het lab.

Leerdoelen training X

1. De student verwerkt de meetresultaten zodanig dat een sluitend antwoord op de onderzoeksvragen gegeven kan worden.
2. De student doet kritische uitspraken over meetafwijkingen door middel van het toepassen van statistische analyse.
3. De student trekt door middel van een logische redenering conclusies naar aanleiding van de uitwerking van de experimenten.
4. De student plaatst de conclusies van de experimenten in perspectief zodanig dat deze aan de context van de gebruikte casus worden gekoppeld.

Uit de gegevens uit zowel *tabel 5* als *tabel 6* blijkt dat er geen leerdoelen zijn geformuleerd voor taakcluster 'voorbereidingen'. Het is zichtbaar dat de leerdoelen voornamelijk zijn gekoppeld aan de 'praktische uitvoering' en de 'resultaat uitwerkingen'. Voor de training X zijn de leerdoelen overwegend gekoppeld aan de 'resultaat uitwerkingen'. Verder valt op dat de docentbegeleiding op de 'voorbereidingen' en 'resultaat uitwerking' zeer laag is, en de docentbegeleiding op 'praktische uitvoering' juist wel aan de orde is. De mate van beschrijvingen (procedurele en ondersteunende informatie) zijn bij de resultaatverwerking minimaal. Voor de voorbereidingen en de praktische uitvoering zijn deze beschrijvingen wel aan de orde. Er wordt in beide trainingen geen gebruik gemaakt van deeltaakoefeningen.

Deelconclusie onderzoeksvraag 1 en 2 en ontwerp van de interventie

Als tussentijdse conclusie kan gesteld worden dat de docentbegeleiding en de oefeningen die worden aangeboden voor de 'resultaat begeleiding' nihil zijn. Opmerkelijk is dat juist de leerdoelen aan deze onderdelen gekoppeld zijn. Dit bevestigt de probleemsituatie zoals deze in de verlegenheidssituatie is beschreven.

Op basis hiervan is een interventie ontworpen. Hiervoor zijn per practicum deeltaakoefeningen ontworpen in de vorm van diagnostische toetsen. Hierin komen zowel de voorbereidingsaspecten als de resultaatuitwerkingen naar voren. De resultaatuitwerkingen worden voornamelijk in deze interventie aangeboden. Deze interventie is ontworpen op basis van de beschrijvingen om deeltaakoefeningen te ontwerpen uit het 4C/ID model van Merriënboer (1997), en de pre-post methode zoals Abdulwahed en Nagy (2009) beschrijven.

Tabel 5: Resultaten Training Y. Vaardigheidsclusters en taakklassen zijn gekoppeld aan de leerdoelen, waarna vervolgens een waardering is gegeven van de mate van docentbegeleiding, ondersteunende informatie, procedurele informatie en deeltaakoefening. *Verwijzingen van afkortingen taakclusters en taakklassen zie tabel 3.

Practicum Training Y		1			2			3			4			5			6		
		Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na
Vaardighedencluster en taakklassen*		V3,4, 5	P3t/m7	R1, 2,5, 7	V3,4, 5	P3t/m7	R1, 2,5, 7	V3,4, 5	P3t/m7	R1, 2,5, 7	V3,4, 5	P4, 5, 7	R1	V3,4, 5	P3t/m7	R1, 2,5, 7	V3,4, 5	P3t/m7	R1, 2,5, 7
Leerdoel	Aanwezigheid van leerdoelen																		
	1	x																	
	2	x			x x			x x						x x			x x		
	3				x			x						x x			x x		
	4				x x			x x						x x			x x		
	5										x								
	6													x			x		
7	x			x			x			x			x			x			
	Mate van aanwezigheid;																		
4C/ID model: begeleiding	Docentbegeleiding	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1`
	Ondersteunende informatie	3	3	0	3	3	0	3	3	0	2	2	0	5	5	0	5	5	0
	Procedurele Informatie	3	4	3	3	4	3	5	4	2	5	5	2	3	5	2	5	5	2
	Deeltaakoefening	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6: Resultaten Training X. Vaardigheidsclusters en taakklassen zijn gekoppeld aan de leerdoelen, waarna vervolgens een waardering is gegeven van de mate van docentbegeleiding, ondersteunende informatie, procedurele informatie en deeltaakoefening. *Verwijzingen van afkortingen taakclusters en taakklassen zie tabel 3.

Practicum Training X		1			2			3			4			5			6		
		Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na	Voor	Tijdens	Na
Vaardighedencluster en taakklassen*		V4, 5	P2,4,5, 7	R3,4, 5, 7	V4, 5	P2,4,5, 7	R3,4,5, 7	V4, 5	P2,4,5, 7	R3,4,5, 7	V4, 5	P2,4,5, 7	R 5,7	V4, 5	P2,4,5, 7	R 5,7	V4, 5	P2,4,5, 7	R3,4,5, 7
Leerdoel	Aanwezigheid van leerdoelen																		
	1	x			x			x			x			x			x		
	2																		
	3																		
	4	x			x			x			x			x			x		
	Mate van aanwezigheid;																		
4C/ID model: begeleiding	Docentbegeleiding	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1
	Ondersteunende informatie	5	5	1	3	3	0	3	3	0	3	3	0	5	5	0	3	3	0
	Procedurele informatie	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	2	5	5	2	4	4	2
	Deeltaakoefening	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Onderzoeksvraag 3

Interventie 1: Training Y

Naar aanleiding van de interventie is een enquête afgenomen (leerjaar 2, 1^e semester) bij zeventien studenten (n=17). Hiervan was 65% vrouw en 35% man, de gemiddelde leeftijd van 20 jaar. 75% van de studenten heeft havo als vooropleiding, 12% MBO, 6% vwo en 6% VAVO. 100% van de studenten volgt de opleiding Chemie.

Taakcomplexiteit

De studenten hebben alle leertaken gerangschikt op volgorde van complexiteit. De studenten geven de volgende gemiddelde volgorde aan, startend bij de meeste complexe leertaak: uitwerken van NMR, discussie voeren, uitvoeren van de opwerking, conclusies trekken, uitvoeren van de syntheses, uitvoeren van analyses, uitwerken van FTIR, uitwerken van TLC, voorbereidingen uitvoeren. De mate van overeenstemming conform Kendall's W is $W = 0,22$. Dit komt overeen met een zwakke tot gemiddelde mate van overeenstemming. Er is een chi-kwadraat test uitgevoerd; $\chi^2 (8, N=17) = 29,92, p < .05$, welke op een significant resultaat duidde. Er kan dus geconcludeerd worden dat er een zwakke tot gemiddelde mate van overeenstemming onder studenten was betreffende de mate van complexiteit van de leertaken. Uit de gemiddelde rangorde blijkt dat voor de meeste studenten de NMR resultaten uitwerken de meest complexe taak is, maar dat FTIR resultaten uitwerken juist niet zo'n complexe taak is. Hieruit blijkt dat een aanzienlijk aantal studenten de resultaatverwerking in totaliteit niet zo complex vinden, maar juist andere aspecten zoals de uitvoering meer complex vinden. In deze situatie is er dus geen eenduidige meest complexe taak aan te wijzen.

Wanneer alleen de resultaatverwerkingen leertaken (NMR, Discussie) en de voorbereidingen worden meegenomen in de analyse dan wordt een $W = 0,43$ verkregen, $\chi^2 (2, N=17) = 14,62, p < .05$, welke op een significant resultaat duidde. Indien ook de resultaatuitwerking van FTIR wordt meegenomen in de analyse wordt een $W = 0,44$, $\chi^2 (3, N=17) = 22,44, p < .05$ verkregen, welke op een significant resultaat duidde. Er kan met een gemiddelde mate van overeenstemming geconcludeerd worden dat volgens de studenten het uitwerken van de NMR resultaten complexer is dan het voeren van een discussie, en het uitwerken van de FTIR resultaten en de voorbereidingen doen.

Als vervolgens wordt nagegaan of studenten de drie taakclusters: voorbereidingen, praktische uitvoering en resultaat uitwerking ook moeilijk vonden, worden respectievelijk de volgende gemiddelde waardes gevonden: 4,9 (SD = 1,7), 5,1 (SD = 1,3), 4,8 (SD = 1,6). Er is geen significant verschil gevonden in waardering tussen deze taakclusters ($F = 0,15, df = 2, p = 0,859, p > .05$). Een score van 5 komt overeen met een waardering van 'niet makkelijk, niet moeilijk'.

Verband leerprestatie en interventie volgens studenten

De studenten zijn op basis van hun prestatie, motivatie en cognitieve belasting gecategoriseerd. In *tabel 7* zijn deze categorieën weergegeven. In *tabel 8* is weergegeven hoeveel studenten hun leerprestatie in verband brengen met een positieve houding ten opzichte van de interventie (aanpassingen van de lessen serie).

Tabel 7: Verdeling van studenten in categorieën op basis van prestatie, motivatie en cognitieve belasting; training Y.

Categorie	Percentage (%)	Aantal (N)	Aantal (N) studenten die baat hebben bij interventie	Percentage (%)*
A) Student die mogelijk hoog scoort door motivatie	18	3	1	33
B) Student met hoge motivatie en lage cognitieve belasting welke daardoor hoogstwaarschijnlijk hoog presteert.	41	7	3	43
C) Student met vermoedelijk weinig affiniteit voor de taak, en die ondanks hij/zij het moeilijk vindt toch hoog scoort.	18	3	1	33
D) Student die het waarschijnlijk te makkelijk vindt	6	1	0	0
E) Student die cognitief sterk belast wordt en het daardoor mogelijk moeilijk vindt	6	1	1	100
F) Student die denkt het te begrijpen, maar niet goed scoort.	6	1	0	0
G) Student welke cognitief belast wordt en daardoor vermoedelijk gedemotiveerd is en dus laag scoort	0	0	0	0
H) Student die het makkelijk vindt, vermoedelijk niet genoeg uitgedaagd wordt en daardoor laag scoort	6	1	0	0
Totaal			6	38**

*T.o.v. Aantal (N). **Op basis van totaal populatie.

Tabel 8: Effect van de interventie op de prestatie, volgens studenten. Percentages, gemiddelde waardes (incl. SD) naar aanleiding van de response van studenten; training Y.

N=17	%	Gemiddelde	SD	Opmerkingen
Student heeft hulp nodig bij resultaatuitwerking	6	-	-	
De docent heeft positieve invloed gehad op de verslaglegging	71	-	-	
Interventie leidt tot betere prestatie in totaliteit	35	-	-	
Interventie leidt tot betere resultaatuitwerking	53	-	-	
Interventie is een toegevoegde waarde	53	-	-	
Voorkennis m.b.t. resultaatuitwerking (FTIR en NMR)	-	2,1	0,64	4-puntschaal
Voorkennis m.b.t. NMR resultaatverwerking	-	1,4	0,79	4-puntschaal

Interview

De studenten geven in het interview aan dat de meest complexe leertaken de voorbereidingen, de NMR uitvoering en uitwerking zijn. Er wordt aangegeven dat dit voornamelijk komt omdat het nieuw is en niet eerder is geoefend. De studenten worden geconfronteerd met de verdeeldheid onder studenten over meest complexe leertaak. Als verklaring hiervoor zeggen ze dat dit komt door de vrij heterogene groep van studenten (havo, vwo en MBO). Dit wordt toch gerelativeerd door de studenten, en ze zeggen dat in het algemeen resultaatverwerking toch lastig is in deze training. Als verklaring hiervoor wordt aangedragen dat je in leerjaar twee echt moet begrijpen waar je mee bezig bent op het lab (minds-on), en dat in jaar één het echt voor doen is (hands-on).

Als wordt gevraagd of de digitale toetsjes bijdragen aan de verslaguitwerkingen dan wordt dit niet beaamt. Ze geven aan dat het waarschijnlijk voor sommige studenten wel helpt (zoals ook uit de

enquête blijkt), maar dat de kracht van de toetsjes toch vooral bijdragen aan een succesvolle voorbereiding. Ik maak hieruit op dat de vragen uit de toetsjes nog veel nadrukkelijker over de resultaatverwerking moet gaan. Studenten geven wel aan dat de hulp van de docent tijdens de praktijks zeer waardevol was. Als wordt gevraagd wat er dan zo waardevol is, dan wordt voornamelijk een lesonderdeel benoemd (uitschrijven van het reactiemechanisme) dat niet tot de leertaken (en leerdoelen) behoorde. Daarnaast heeft de docent korte uitleg gegeven bij het NMR apparaat over de meting en de uitwerking, en de studenten geven aan dat dit ook heeft bijgedragen aan de resultaatverwerking.

Studenten geven aan dat het wel heel erg zinvol was dat ze eerst het reactiemechanisme eerst zelf moesten uitzoeken, en dat daarna pas de uitleg van de docent kwam. Er werd geopperd om deze systematiek toe te passen op de toetsjes. Dit zou concreet gemaakt kunnen worden door de moeilijke vragen uit de toetsjes in de les nogmaals te bespreken. Als wordt gevraagd wat de studenten van het totaal niveau van de training vonden, geven ze aan dat het wel uitdagend genoeg was, maar niet te moeilijk. Het sluit volgens hen goed aan bij hun voorkennis.

Bij navraag hoe de toetsjes verbeterd kunnen worden, wordt aangegeven dat de toetsjes niet vrijblijvend moeten zijn. Zoals eerder is gezegd door de studenten moet een student het echt zelf doen. Daarom wordt als aanbeveling gegeven om de toetsjes mee te laten tellen in de beoordeling, dat studenten maximaal twee pogingen krijgen en dat de antwoorden in willekeurige volgorde worden gezet zodat overname sterk bemoeilijkt wordt. Een andere sterke aanbeveling is om de nadruk in de toetsjes volledig op de resultaatverwerking te laten rusten en de voorbereiding minder aan de orde te stellen in de toetsjes.

Interventie 2: Training X

Naar aanleiding van de interventie in de training X (leerjaar 2, 2^e semester) is een enquête afgenomen bij tweeënvijftig studenten (n=52). Hiervan was 67% vrouw en 33% man, de gemiddelde leeftijd van 20 jaar. 67% van de studenten heeft havo als vooropleiding, 27% vwo, 6% anders (HBO of niet-Nederlands). 79% van de studenten volgt de training X vanuit de opleiding X, en 21% vanuit de opleiding Chemie. Ongeacht de opleiding hebben de studenten in leerjaar 1 en 2 een identiek onderwijsprogramma gevolgd (opleiding specifieke vakken worden pas vanaf leerjaar 3 aangeboden).

Taakcomplexiteit

De studenten hebben alle leertaken gerangschikt op volgorde van complexiteit. De studenten geven de volgende gemiddelde volgorde aan, startend bij de meest complexe leertaak: statistische verwerking (95% BI), discussie voeren, monsterconcentraties uitrekenen, voorbereidingen in het labjournaal, calibratielijnen opstellen, bedienen van apparatuur (fotometers), pipetteren en oplossingen maken. De mate van overeenstemming conform Kendall's W is $W = 0,20$. Dit komt overeen met een zwakke tot gemiddelde mate van overeenstemming. Er is een chi-kwadraat test uitgevoerd; $\chi^2 (7, N=52) = 72,8$, $p < .05$, welke op een significant resultaat duidde. Hoewel de leertaak: statistische verwerking (95% BI) als meest complex werd beschouwd door de studenten, blijkt uit de relatief lage W dat sommige studenten juist de praktische elementen veel complexer vinden. Als vervolgens gekeken wordt naar de drie meest complexe leertaken (voor zover er gesproken kan worden over overstemming), dan valt op dat Kendall's W slechts $W = 0,02$ is, met $\chi^2 (2, N=52) = 2,08$, $p > .05$. Dit duidt op een niet significante overeenstemming. Als vervolgens wordt nagegaan of studenten de drie taakclusters: voorbereidingen, praktische uitvoering en resultaat uitwerking ook moeilijk vonden, worden respectievelijk de volgende gemiddelde waardes gevonden: 5,9 (SD = 1,5), 5,3 (SD = 1,5), 7,3 (SD = 1,1). Er is een significant verschil

gevonden in waardering tussen deze taakclusters ($F = 32,503$, $df = 2$, $p < 0.00001$, $p < .05$). Een score van 7 komt overeen met een waardering van 'moeilijk'.

Verband leerprestatie en interventie volgens studenten

De studenten zijn op basis van hun prestatie, motivatie en cognitieve belasting gecategoriseerd. In *tabel 9* zijn deze categorieën weergegeven. In de *tabel 10* is weergegeven hoeveel studenten hun leerprestatie in verband brengen met een positieve houding ten opzichte van de interventie (aanpassingen van de lessen serie).

Tabel 9: Verdeling van studenten in categorieën op basis van prestatie, motivatie en cognitieve belasting; training Y.

Categorie	Percentage (%)	Aantal (N)	Aantal (N) studenten die baat hebben bij interventie	Percentage (%)*
A) Student die mogelijk hoog scoort door motivatie	17	9	1	11
B) Student met hoge motivatie en lage cognitieve belasting welke daardoor hoogstwaarschijnlijk hoog presteert.	0	0	0	0
C) Student met vermoedelijk weinig affiniteit voor de taak, en die ondanks hij/zij het moeilijk vindt toch hoog scoort.	8	4	2	50
D) Student die het waarschijnlijk te makkelijk vindt	0	0	0	0
E) Student die cognitief sterk belast wordt en het daardoor mogelijk moeilijk vindt.	19	10	1	10
F) Student die denkt het te begrijpen, maar niet goed scoort.	0	0	0	0
G) Student welke cognitief belast wordt en daardoor vermoedelijk gedemotiveerd is en dus laag scoort	54	28	2	7
H) Student die het makkelijk vindt, vermoedelijk niet genoeg uitgedaagd wordt en daardoor laag scoort	2	1	1	100
Totaal			7	13**

*T.o.v. Aantal (N). **Op basis van totaal populatie.

Tabel 10: Effect van de interventie op de prestatie volgens studenten. Percentages, gemiddelde waarden (incl. SD) naar aanleiding van de response van studenten; training X.

N=52	%	Gemiddelde	SD	Opmerkingen
Student heeft hulp nodig bij resultaatuitwerking	33	-	-	
De docent heeft positieve invloed gehad op de verslaglegging	38	-	-	
Interventie leidt tot betere prestatie in totaliteit	13	-	-	
Interventie leidt tot betere resultaatuitwerking	13	-	-	
Interventie is een toegevoegde waarde	35	-	-	
Voorkennis m.b.t. resultaatuitwerking (algemeen)	-	2,5	0,4	4-puntschaal
Voorkennis m.b.t. statistiek resultaatverwerking (statistiek en berekening monsterconcentratie)	-	2,1	0,5	4-puntschaal

Opmerkelijk is de grote omvang van categorie G. Deze studenten zijn vermoedelijk cognitief belast en daardoor gedemotiveerd en scoren dus laag. 93% van groep G geeft aan dat de interventie niet helpt bij de resultaatuitwerking. Naar aanleiding van het interview geven studenten aan dat de interventie sterk bijdraagt aan de voorbereidingen. Als gevraagd wordt in welke mate deze studenten de leertaken in

totaliteit interessant vinden, rapporteert 56% van deze studenten dat zij het er op zijn minst gedeeltelijk mee eens zijn. Als wordt gevraagd hoeveel uur gemiddeld de student besteedt heeft, dan geeft 21% van groep G studenten aan tussen 1 en 3 uur per week besteedt te hebben, 61% geeft aan tussen de 3 en 5 uur besteedt te hebben, en 18% geeft aan tussen de 5 en 8 uur per week besteedt te hebben. 8 uur is de gemiddelde voorgeschreven studiebelasting voor dit vak per week. Dit impliceert dat ruim 82% van groep G studenten minder dan 60% van de studiebelasting benut (29% van de totale groep heeft meer dan 60% van de studiebelasting benut). Echter als naar een verband wordt gezocht tussen tijdsinvestering en de leerprestatie dan blijkt dat studenten die wel een voldoende (cijfer ≥ 6) hebben behaald niet noodzakelijkerwijs meer tijd nodig gehad hebben, 0% van de studenten besteedt meer dan 5 uur per week aan het vak die tevens een voldoende behalen.

De verhouding tussen studenten van de opleiding Y (21%), en opleiding X (79%) binnen de totale populatie lijkt overeenkomstig te zijn met de verdeling tussen Y (25%) en X (75%) binnen groep G. Wel is het opmerkelijk dat binnen de populatie van studenten van de opleiding X procentueel meer studenten een voldoende (25%, $n=13$) behalen dan binnen de opleiding Y (10%, $n=5$). Naar aanleiding van het interview geven studenten aan dat dit een vertekend beeld kan geven, aangezien zij veronderstellen dat ongeveer de helft van de populatie misschien nog van opleiding veranderd (voornamelijk van X naar Y).

Koppeling stellingen met open vragen

Het aantal studenten dat aangeeft dat de interventie effect heeft gehad is binnen alle categorieën zeer beperkt. Binnen de totale populatie is dit slechts 13%. Het lijkt erop dat de meeste studenten (Cat. E; 19% en Cat. G; 54%, zie tabel 9) ondanks de interventie nog steeds sterk cognitief belast worden. Als gevraagd wordt waarom studenten vinden dat de interventie wel of niet heeft bijgedragen, komen daar verschillende antwoorden uit. Deze zijn onderverdeeld in 4 categorieën: (1) heeft geholpen bij de voorbereiding (9 keer toegedeeld), (2) heeft geholpen bij de resultaat uitwerking (18 keer toegedeeld), (3) heeft aangespoord tot nadenken (6 keer toegedeeld), (4) heeft niet geholpen of anderszins negatief van aard (16 keer toegedeeld).

Respondent 29: *‘Door de Blackboard toetsjes moesten we voor het practicum al nadenken over de uitwerking. Dit had een positief effect op het begrip van het practicum en de uitwerking.’*

Respondent 38: *‘Ze geven een idee van de stappen bij de uitwerking, maar vaak nog steeds onvoldoende.’*

Respondent 41: *‘De voorbereidingstoetsjes in Blackboard zorgden er wel voor dat je aan de slag ging met vergelijkbare resultaatuitwerkingen, maar uiteindelijk kon ik het niet voldoende toepassen op mijn eigen resultaten.’*

Respondent 7: *‘Miste vaak de uitleg bij berekeningen zodat je niet kon afleiden waar iets fout ging.’*

Respondent 17: *‘Geen uitleg waarom het dat antwoord is.’*

Respondent 31: *‘Wanneer je bijv. een rekenopdracht niet snapte stond er geen uitleg wij als je hem meerdere keren fout had. Waardoor je hem voor aanvang van de les alsnog niet snapte.’*

Tot slot is gevraagd of de studenten andere prioriteiten hadden. Hier gaf 57% aan (gedeeltelijk) andere prioriteiten gehad te hebben dan de training X.

Conclusie

De praktijkvraag in dit onderzoek was als volgt geformuleerd: *‘Middels welke (les)methodiek van begeleiding kunnen we de student effectief aansturen op onderzoekvaardigen (zoals*

resultaatverwerking) tijdens practica?’ Doormiddel van drie onderzoeksvragen is achtereenvolgens onderzocht hoe de training Y en de training X (School X, opleidingen Y en X) zich kenmerkten en hoe leertaken uit de afzonderlijke trainingen verband hielden met de leerdoelen. Op basis daarvan is een interventie ontworpen, waarop studenten middels een enquête bevraagd werden. Hier werd gezocht naar een mogelijk verband tussen de leerprestatie en hetgeen studenten rapporteren over de interventie.

Hieruit bleek dat deze trainingen allen gekenmerkt konden worden als practica waar gewerkt wordt aan onderzoeksvaardigheden. Bij de training X lag de nadruk (leerdoelen) zeer sterk op resultaatverwerkingen in plaats van op de praktische leertaken. Bij de training Y was er meer balans tussen leerdoelen met betrekking tot praktische aspecten en leerdoelen met betrekking tot resultaatverwerking. Docentbegeleiding was met name aanwezig tijdens de les. Elementen uit het 4C/ID model (Merriënboer, 1997) waren aantoonbaar aanwezig op deeltaakoefeningen na. Daartoe is een interventie (diagnostische toetsen) ontworpen. Bij beide trainingen werd er geen consensus bereikt door studenten over de volgorde in complexiteit van de leertaken. Wel werd door de meeste studenten aangegeven dat de leertaken, en daarmee de leerdoelen, met betrekking tot resultaatverwerking het meest complex waren.

Bij de training Y (interventie 1, cyclus 1) geeft 38% van de studenten aan dat ze baat hebben gehad bij de interventie. 41% van de studenten valt in de gewenste categorie B; hoge prestatie, hoog gemotiveerd en laag cognitief belast. Van deze groep geeft 43% aan dat ze baat hebben gehad bij de interventie (19% op totaal populatie). Er kan, op basis van hetgeen studenten rapporteren, geconcludeerd worden dat een relatief grote groep baat gehad heeft bij deze interventie. Mogelijk hebben andere invloeden zoals de interactie met de docent en het interactieve karakter van de practica zelf ook een bijdrage geleverd volgens studenten. Studenten geven aan dat de interventie ook bijdraagt aan de leertaak voorbereidingen van de experimenten. Verder moet worden aangegeven dat slechts een gedeelte van de leerdoelen (maar wel de volledige toetsing) op de resultaatverwerking in gaat, dat mogelijk met de onderzoeksvaardigheden te maken heeft.

Bij de training X (interventie 2, cyclus 2) wordt slechts door 13% van de studenten aangegeven dat zij baat hebben gehad bij de interventie. 0% van de studenten wordt gecategoriseerd in de gewenste categorie (B), en meer dan de helft (54%) van de studenten wordt gecategoriseerd in groep G (lage prestatie, laag gemotiveerd en hoog cognitief belast). De interventie zoals deze is aangeboden lijkt incompleet te zijn, en zou volgens studenten wel nut kunnen hebben als de rol van feedback veel groter zou zijn geweest. Ook deze studenten geven aan dat docentinvloed een positieve rol speelt en dat de interventie ook bijdraagt aan de leertaak voorbereidingen van de experimenten.

Samenvattend lijkt de interventie (diagnostische toetsen) zoals deze is ingezet in de training Y en X an sich weinig bij te dragen aan een hoge leerprestatie volgens studenten en zal feedback een veel grotere rol moeten spelen in de opzet van de deeltaakoefeningen.

Discussie en aanbevelingen

Kenmerken van practica

Na de analyse waarin de twee verschillende lessenseries werden gekenmerkt, bleek dat de leertaken en gekoppelde leerdoelen erg waren toegespitst op de uitvoering in combinatie met de verwerking van

resultaten. Voor de training X bleken de leerdoelen met name op de resultaatverwerking toegespitst te zijn op basis van de analysemethode voor het kenmerken van practica van Millar et al. (2003). Door in de analyse de elementen uit het 4C/ID model te koppelen aan de leertaken en leerdoelen werd inzichtelijk dat de docentbegeleiding met name tijdens de praktijkcontactmomenten aanwezig was, en er verder nauwelijks ondersteuning aanwezig was omtrent het uitwerken van de resultaten (deeltaakoefeningen). Doordat de nadruk juist op de resultaatverwerking lag en hier nauwelijks ondersteuning was, heeft dat de doorslag gegeven om een deeltaakoefeningen te ontwerpen als interventie (aanpassing lessenserie).

Taakcomplexiteit

Voor beide trainingen (Y en X) werd geen consensus bereikt in de rangschikking van de leertaken in het algemeen. Wel werden voor beide trainingen de resultaatverwerkingen aangegeven als meest complexe leertaken. Dit ligt in de lijn der verwachting met de leerdoelen en de leertaken, omdat de resultaatverwerking juist de onderzoeksvaardigheden kenmerkt in dezen. In tegenstelling tot dit onderzoek werd in het onderzoek van Nadolski et al. (2005) wel consensus bereikt over de meest en minst complexe leertaak. Dit is wellicht logisch aangezien de interactie tussen docent en student in hun onderzoek geëlimineerd was, en geeft mogelijk aanwijzingen dat andere invloeden mogelijk een rol spelen in de beleving van de taakcomplexiteit bij studenten in dit onderzoek. Het is aannemelijk dat het hier om veel flexibelere toepassing van kennis gaat zoals door critici (Schmidt et al. 2007) ook wordt benoemd als het gaat om gestructureerde begeleiding.

Training Y (interventie 1)

Als gekeken wordt naar de prestatie dan valt op dat in de groep 15 van de 17 studenten hoog presteert. Deze prestatie wordt vervolgens gekoppeld aan de motivatie en de cognitieve belasting. Idealiter zou het volgende mechanisme aantonen dat de interventie effectief is: de interventie zorgt ervoor dat de cognitieve belasting laag blijft, de motivatie hoog blijft en daardoor de student hoog zal presteren. In onderzoek van Nadolski et al. (2006) wordt dit mechanisme in de vorm van de taakefficiëntie benoemd. In onderzoek van Abdulwahed en Nagy (2009) wordt verlaging van de cognitieve belasting toegeschreven aan de pre-postlab interventie. Dit mechanisme wordt in dit onderzoek niet opnieuw onderzocht maar geeft argumenten waarom categorie B studenten interessant zijn voor de evaluatie van de interventie.

De groep categorie B studenten is het grootst (41%). De interventie heeft als beoogde doel om studenten hoog te laten presteren, weinig cognitief te belasten en hoog gemotiveerd te zijn. Van deze 41% (cat. B) studenten geeft 33% aan dat de interventie met betrekking tot de resultaat verwerking nut heeft gehad. Van de gehele studenten groep geeft een derde aan baat gehad te hebben bij de interventie, waarvan de helft hiervan (+/- 16% van totale groep) aan het gewenste profiel B voldoet. De helft (53%) van gehele studentengroep geeft aan dat de interventie in totaliteit nut heeft gehad.

Het is opmerkelijk dat bijna geen studenten hulp nodig hebben van de docent. Ongeveer een derde gaf aan dat de hulp juist elders vandaan kwam, namelijk de interventie. 71% van de studenten geeft namelijk aan dat de docent wel enige invloed heeft gehad op de mate waarin zijn de resultaatverwerking positief heeft kunnen uitwerken, zij benoemen dit dus niet expliciet als hulp.

Een aanzienlijk aantal studenten geeft aan dat de interventie positief bij draagt aan een hoge prestatie. Het is aannemelijk dat zowel de interventie als de docentinvloed beide hebben bijgedragen. In onderzoek van Abdulwahed en Nagy (2009) hebben de onderzoekers een significant verband tussen de pre-post interventie en de prestatie gemeten maar dan specifiek voor de conceptuele begripsvorming tijdens hands-on practica. Mogelijk zou dit type interventie dus ook verband kunnen houden met hogere cognitieve leertaken voor minds-on practica zoals de resultaten van dit onderzoek tot zo ver doen vermoeden.

Training X (interventie 2)

In tegenstelling tot de resultaten voor de training Y (interventie 1), presteren de studenten in de training X gemiddeld laag. Meer dan de helft van de studenten wordt ingedeeld in Categorie G: lage prestatie, lage motivatie en hoog cognitief belast. In de verlegenheidssituatie werd dit als probleemsituatie beschreven. Opmerkelijk is dat na de interventie geen van de studenten in de gewenste categorie B valt en 100% gekenmerkt worden als hoog cognitief belast. Dit kan betekenen dat veel studenten geen baat bij de interventie hebben gehad en mogelijk andere handvatten nodig hebben gehad om juist geholpen te worden met de leertaken. In de analyse wordt dit zichtbaar doordat slechts 13% van de studenten aangeeft dat de interventie geholpen heeft.

Studenten geven aan de resultaatuitwerkingen moeilijk te vinden (gemiddeld 7,3 op 9-puntsschaal). Het is daarom logisch dat studenten aangeven hoog cognitief belast te zijn, en geeft een argument waarom de interventie in deze vorm volgens studenten dus weinig nut heeft gehad. 29% van de totale groep heeft meer dan 60% van de studietijd benut of kunnen benutten, en van groep G heeft 82% minder dan 60% van de studietijd benut. Beperkte tijdsinvestering kan mogelijk ook een reden zijn waarom studenten extra last ondervinden bij de resultaatverwerking. Zeker omdat 57% van de studenten aangaf (gedeeltelijk) andere prioriteiten te hebben gehad dan deze training.

Een aanzienlijk aantal studenten gaf in de open vragen aan dat de interventie voor hen een bijdrage had geleverd. Er werd aangegeven dat er meer feedback gegeven mocht worden. Dit kan betekenen dat de interventie wel positief kan zijn, maar incompleet is. Als wordt teruggekeken naar hoe deze training gekenmerkt werd, viel op dat de leerdoelen zeer toegespitst waren op de resultaatverwerking. Hoogstwaarschijnlijk zal er meer feedback gegeven moeten worden. Dit kan wellicht ook een verklaring zijn waarom bij de training Y juist wel een grote groep is de gewenste categorie (B) viel. Dit vak was immers minder toegespitst op resultaatuitwerkingen conform de leerdoelen. Ook gaven de studenten van de training Y aan de leertaken niet moeilijk of makkelijk te vinden, terwijl de studenten van X aangaven de leertaken juist wel moeilijk vinden. Gekoppeld hieraan kan deze constatering wellicht ook de verschillen in de categorisering verklaren. Hier moet wel in acht worden genomen dat beide trainingen niet met elkaar vergeleken kunnen worden aangezien het verschillende studentengroepen zijn met een verschillend curriculum. Maar dat deze hypothetische verklaring die zojuist benoemd is, wellicht een mogelijk verband kan uitspreken.

Dat de deeltaakoefeningen uit het 4C/ID model als interventie wordt toegepast, lijkt voor de training X niet zijn vruchten af te werpen. De kritiek die werd gegeven op 'directe instructie' technieken door Schmidt, Loyens, Gog en Paas (2007) als reactie op Kirschner et al. (2006) lijkt hier wellicht van toepassing te zijn. Problem-based-learning welke aanstuurt op feedback en flexibele toepassing van kennis, kan wellicht toch ook input bieden voor verbeteringsuggesties. Zeker omdat het 4C/ID model zeer

toegespitst is op computergestuurd onderwijs, en er in de onderzochte trainingen daar maar in geringe mate sprake van lijkt te zijn.

Beperkingen van het onderzoek

In dit onderzoek wordt slechts aan studenten gevraagd (self reported) of zij vinden dat zij baat hebben gehad bij de interventie. Omdat de data in het onderzoek op meningen is gebaseerd, werkt dit in de hand dat naar zaken wordt gevraagd die studenten mogelijk niet bewust ervaren. Het is slechts kwestie van perceptie of een student baat denkt te hebben bij de interventie. Daarnaast is een interessantere vraag of studenten daadwerkelijk beter presteren door de interventie. Een effectmeting is niet meegenomen in dit onderzoek, maar zou wel meer informatie bieden.

Zoals in de resultaten besproken is, geven de studenten aan dat de rol van de docent ook enigszins aanwezig is. Dit is logisch, aangezien het hier om een dynamische lessenserie gaat. Het is in dezen dus zeer lastig om onderscheidt te maken wat de rol van de docent is geweest en eventuele andere (onbekende) factoren. In correspondentie met Nadolski (persoonlijke correspondentie, 26 september 2016), is besproken dat het minimaliseren of zelfs elimineren van docentinvloeden erg belangrijk is om een bepaald effect aan een interventie toe te kunnen schrijven. Een effectmeting had mogelijk uitkomst geboden om andere inzichten te verwerven t.a.v. de effectiviteit van de interventie.

Praktisch gezien is een aanname gemaakt in de datawerking. Hier zijn namelijk cijfermatige likert-schalen vertaald naar omschrijvingen. Hierbij is de aanname gemaakt dat alle intervallen even groot zijn. In werkelijkheid is dit waarschijnlijk niet zo. Daartoe zou een validatie uitgevoerd kunnen worden wat de intervalgrootte van deze meetschalen zou kunnen zijn middels Rasch methoden waar een likert-schaal vertaald kan worden in een ordinale meetschaal. De antwoorden op sommige enquêtevragen kunnen nu een enigszins vertekend beeld geven. Gezien de doelstelling en de omschrijving van de onderzoeksvragen lijkt dit geen dramatisch probleem te zijn, maar moet wel in ogenschouw genomen worden.

Tot slot is heel bewust gekozen om in dit onderzoek de leerprestatie alleen te baseren op de eerste versies van de verslagen. Het zou interessant zijn om na te gaan hoe de studenten presteren na de tweede versie en of hier mogelijk verbanden zijn (volgens de studenten) met de interventie of juist met ander soortige feedback.

Aanbevelingen

De conclusie mondt uit in een tastbare aanbeveling. Het heeft de voorkeur dat de interventie (diagnostische toetsen) wordt uitgebreid met feedback, en dat feedback gedurende de trainingen, zowel schriftelijk als mondeling door de docent een veel grotere rol gaat krijgen. Studenten geven namelijk aan dat ze op basis van alleen de diagnostische toetsen niet voldoende handvatten krijgen om de

onderzoeksvaardigheden eigen te maken op het moment dat de leerprestatie (in de vorm van het schrijven van een verslag) wordt bepaald. Het is daarom in toekomstig onderzoek mogelijk interessant om te onderzoeken of de rol van feedback in combinatie met deeltaakoefeningen tot een positief effect leidt. Hiermee kan wellicht het minds-on denken meer versterkt worden. Studenten benoemen deze aanbeveling zelf actief in de afgenomen enquête.

Ten tweede, docentinvloeden spelen mogelijk een grote rol. Het minimaliseren van docentcontact lijkt verre weg van ideaal en moet daarom wellicht vergroot worden. In combinatie met de eerste aanbeveling zou het wellicht goed zijn als de diagnostische toetsen een eerste aanzet zijn tot een grotere oefening ingebed in feedback van de docent.

Ten derde, in de discussie wordt benoemd dat het 4C/ID model mogelijk geen ideaal is voor dit soort practica. Dit ondersteunt overigens de eerste aanbeveling over de rol van feedback. Het flexibelere karakter dat ander soortige modellen (zoals Problem-Based-Learning) kenmerken, is bij nader inzien wellicht meer van toepassing op onderzoekspractica.

Praktisch gezien kan het onderzoek nog verbeterd worden door een effectmeting uit te voeren binnen het kader van de deeltaakoefeningen en eventuele feedback. Docentinvloeden moeten dan wel geminimaliseerd worden, echter kunnen dan verschillende scenario's onderzocht worden. Nu is slechts naar meningen gevraagd. Het kan goed zijn dat studenten denken dat ze er geen baat bij hebben, maar in werkelijkheid wel beter presteren. Het omzetten van een semi-belevingsonderzoek onder studenten naar een meer kwantitatief onderzoek zal waarschijnlijk meer aan het licht brengen.

Tot slot is in dit onderzoek niet in kaart gebracht op welke wijze studenten voor aanvang van deze trainingen eerdere praktijkvakken aangeboden hebben gekregen. Wellicht werkt het op basis van bepaalde didactische keuzes wel in de hand dat studenten nog steeds in een hands-on modus zitten. Daarom zou het goed zijn om ook het voortraject van practica binnen School X (opleiding Y en opleiding X, jaar 1 en 2) verder te karakteriseren.

De aanbeveling in voorgaande alinea kan concreet worden uitgebreid met een vervolg onderzoek naar een andere studenten groep (opleiding Y, major Z, te stad X) van een andere locatie van School X, waar de training X identiek wordt aangeboden. Deze studenten hebben een ander curriculum dan de studenten van de major X, welke ook later in het studiejaar wordt aangeboden. Mogelijk kan vergelijk met deze groep (randvoorwaarden voor vergelijk moeten wel in acht worden genomen) meer aan het licht brengen over de beschreven problematiek en daarmee ook mogelijke oplossingen.

Literatuur

- Abdulwahed, M. & Nagy, Z. N. (2009). Applying Kolb's experiential learning cycle for laboratory education. *Journal of Engineering Education*, 283-294.
- Berg, E. van den & Buning, J. (1994). Practicum: wat leren ze ervan? *NVOX*, 19(6), 245-249.
- Bratfisch, O., Borg, G., & Dornic, S. (1972). Perceived item difficulty in three tests of intellectual performance capacity. Report No. 29. Stockholm: Institute of Applied Psychology.
- Brinkman, W. P. (2009). *Design of a Questionnaire Instrument, Handbook of Mobile Technology Research Methods*. Delft: Nova publisher, Delft University of Technology. ISBN 978-1-60692-767-0
- Cavicchi, E. (2012). Peter Heering and Roland Wittje (eds): Learning by doing: experiments and instruments in the history of science teaching. *Sci&Educ*, 21, 1375-1380 doi 10.1007/s11191-012-9467-3
- College voor examens (2014). *Scheikunde HAVO Syllabus centraal eindexamen 2016*. Utrecht 2015.
- Collins, A. Brown, J.S. & Newman, S.E. (1987). Cognitive apprenticeship: teaching the craft of reading, writing, and mathematics. Centre for the study of reading, University of Illinois Technical Report No. 403.
- Devetak, I. & Glazar, A. S. (2014). Learning with Understanding in the Chemistry Classroom. *Springer*, p. 310. doi 10.1007/978-94-007-4366-3.
- Domin, D.S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *J. Chem. Educ.*, 76, 543-547
- Gagne, R.M. (1987). *Instructional Technology: Foundations*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associations.
- Hilhorst, E. & Korteland, J. (2011). Bachelor of applied science: aanvulling 2001, competentieniveaus I, II en III. *Domein Applied Science*, juni 2011.
- Janssen-Noordman, A.M.B., Merrienboer, J.J.G. van, Vleuten, C.P.M. van der & Scherpbier, A.J.J.A. (2003). Innovatief onderwijs ontwerpen; via leertaken naar complexe vaardigheden. *Tijdschrift voor Medisch Onderwijs*, 22(4), 187-195.
- Janssen-Noordman, A.M.B. & Merriënboer, J.J.G. van (2009). *Innovatief onderwijs ontwerpen; via leertaken naar complexe vaardigheden*. Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- Karweit, N. (1984). Time-on-Task reconsidered: synthesis of research on time and learning. *Educational Leadership*, 32-24.
- Kirschner, F., Paas, F. & Kirschner, P.A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: the collective working memory effect. *Cognitive psychology*, 25, 615-624.
- Kirschner, P. A. & Meester, M. A. M. (1988). The laboratory in higher science education: problems, premises and objectives. *Higher Education*, 17, 81-98.
- Kirschner, P.A., Sweller, P. & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

- Kirschner, P.A., & Merriënboer, J.J.G. van (2007). *Ten steps to complex learning: a new approach to instructional design*. In T.L. Good (Ed.), *21st century education: a reference handbook*. p. 244-253. Thousand Oaks, CA: Stage. <http://hdl.handle.net/1820/2327>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Lai-Chong, L., Ka-Ming, W. (1995). Implications and problems of constructivism for instructional design. *Education Journal*, 23(2), 73-104.
- Legendre, P. (2010). *Coefficient of Concordance*. *Encyclopedia of Research Design*. Vol. 1. Pg. 164-169. Los Angeles: NJ Salkind ed. SAGE Publications Inc.
- Lim, J., Reiser, R.A. & Olina, Z. (2009). The effect of part-task and whole task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill. *Education Tech Research Dev*, 57, 61-77. doi 10.1007/s11423-007-9085-y
- Mayer, R.E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19. DOI: 10.1037/0003-066X.59.1.1
- Maynard, D.C. & Hakel, M.D. (1997). Effects of objective and subjective task complexity on performance. *Human Performance*, 10(4), 303-330.
- McCarthy, B. (1990). Using the 4MAT system to bring learning styles to school. *Educational Leadership*, 31-37.
- Meijer, D. (2000). *The Accelerated Learning Handbook A Creative Guide to Designing and Delivering Faster, More Effective Training Programs*. New York: McGraw-Hall. ISBN 0-07-135547-2
- Merriënboer, J.J.G. van (1997). *Training complex cognitive skills A four component instructional design model for technical training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications. ISBN: 0877782989
- Merriënboer, J.J.G. van, Clark, R.E. & De Croock, M.B.M. (2002). Blueprint for Complex Learning: The 4C/ID model, *ETR&D*, 50(2), 39-64.
- Merril, D.M., (2002). First principles of instruction. *ETR&D*, 50(3), 43-59.
- Millar R. & Abrahams, I., (2009). Practical work: making it more effective. *SSR*, 91, 334.
- Millar R., Tiberghien A., & Maréchal J.-F. L. (2003). Varieties of labwork: a way of profiling labwork tasks. In D. Psillos & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 9-20). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Moust, J. & Smidt, H. (1995). Probleem gestuurd leren: een krachtige leeromgeving. *Velon Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 16(4), 40-55.
- Moreno, R. (2010). Cognitive load theory: more food for thought. *Instr. Sci.* 38:135-141 DOI 10.1007/s11251-009-9122-9
- Nadolski, R.J., Kirschner, P.A., Merriënboer, J.J.G. van, & Wöretshofer, J. (2005). Development of an instrument for measuring the complexity of learning tasks. *Educational Research and evaluation*, 11(1), 1-27.

- Nadolski, R.J., Kirschner, P.A. & Merriënboer, J.J.G. van (2006). Process support in learning tasks for acquiring complex cognitive skills in the domain of law. *Learning and instruction*, 16, 266-278.
- Oers, B. van (2014). Beter leren door onderzoek, Hoe begeleid je onderzoekend leren van leerlingen? *NRO-review, ASP projectgroep*, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Paas, F.G.W.C & Merriënboer J.J.G. van, Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and motor skills*, 79, 419-430.
- Polit, D.F. & Beck C.T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in nursing & health*, 29, 489-497.
- Saunders-Stewart, K.S., Gyles P.D.T., Shore, B.M. & Bracewell, R.J. (2015). Student outcomes in inquire: students' perspectives. *Learning Environ Res*, 18, 289–311. doi 10.1007/s10984-015-9185-2
- Seeters, S. van (2015). *Het effect van mondelinge feedback op de kwaliteit van een geschreven verslag*. Verslaglegging Algemene Professionele Vorming. Fontys Hogescholen.
- Schwab, J.J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J.J. Schwab & P.F. Brandwein (eds.): *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schmidt, H. G., Loyens, S.M.M., Gog, T., Paas, F. (2007). Problem-Based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 91-97.
- Smith, P. L. & Ragan, T. J. (1993). *Instructional design*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Stichting DAS (2016). Bachelor of Science in het Domein Applied Science, een competentiegerichte profielbeschrijving. *Domein Applied Science*, September 2016 versie 2.0.
- Kirschner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E., (2007). Why Minimally Guided Teaching Techniques Do Not Work: A Reply to Commentaries. *Educational Psychologist*, 42(2), 115–121.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4, 293-312
- Thijs, A., Fisser, P. & Hoeven, M. van der (2014). *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs*. Enschede: SLO.
- Vos, H. (2001). *Dilemma's in practicum onderwijs*. Enschede: Twente University Press.
- Wüstenberg, S., Stadler, M., Hautamaki, J., Greiff, S. (2014). The role of strategy knowledge for the application of strategies in complex problem solving tasks. *Tech Know Learn*, 19, 127–146 doi 10.1007/s10758-014-9222-8

Bijlage I: Enquête

In deze bijlage is de enquête opgenomen zoals die is afgenomen onder de deelnemende studenten van de **training Y (1)** en de **training X (2)**.

Veel vragen zijn voor beide trainingen hetzelfde, echter zijn er inhoudelijk verschillen aangebracht in de vragen om de inhoudelijke identiteit van de afzonderlijke trainingen te waarborgen. Dit is aangegeven met code (1) voor de training Y en code (2) voor de training X.

A	Wat is je geslacht? (1)(2)	Man/Vrouw
B	Wat is je leeftijd? (1)(2)	
C	Wat is je vooropleiding? (1)(2)	VWO/HAVO/MBO/ANDERS
D	Voor welke opleiding ben je momenteel ingeschreven? (2)	X of Y
E	Wat was het cijfer dat je had gehaald voor de eerste versie van het verslag? (1)(2)	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

	Totaal mee oneens	Mee oneens	Gedeeltelijk mee oneens	Niet mee eens en niet mee oneens	Gedeeltelijk mee eens	Mee eens	Totaal mee eens
1. Ik was gemotiveerd om de voorbereidingen uit te voeren. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
2. Ik was gemotiveerd om het practicum uit te voeren. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
3. Ik was gemotiveerd om de resultaten in het verslag uit te werken. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
4. Ik was gemotiveerd om de gehele taak uit te voeren. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
5. De gehele taak was interessant voor mij. (gehele taak = voorbereiding, practica en uitwerkingen resultaten) (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
6. Ik heb de uitwerkingen van resultaten zo nodig opnieuw gedaan om de uitwerkingen perfect te krijgen. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
7. Ik vond de gehele taak moeilijk (gehele taak = voorbereiding, practica en uitwerkingen resultaten)(1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
8. Ik vond de gehele taak metaal veeleisend (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
9. Ik vond dat de gehele taak veel denk- en probleemoplossend vermogen vereiste (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
10. Ik vond de gehele taak uitdagend (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7

Geef op schaal van 1-9 aan in welke mate je de taak moeilijk vond voor:

	Extreem makkelijk	Heel makkelijk	makkelijk	Soms makkelijk	Niet makkelijk, niet moeilijk	Soms moeilijk	moeilijk	Heel moeilijk	Extreem moeilijk
11. Het voorbereiden van de experimenten (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12. Het uitvoeren van de experimenten (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13. Het verwerken van de resultaten in het verslag (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14. Het voeren van de inhoudelijke discussie waar de resultaten met elkaar verbonden worden. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15. Alle onderdelen van de practica bij elkaar (=voorbereidingen, uitvoering en verwerking) (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

In welke mate had je voor aanvang de practica ervaring met:

	Nog nooit gedaan	Één keer gedaan	Meerdere malen gedaan	Deze vaardigheid is routine voor mij
16. Basis vaardigheden zoals L-L extractie, rotavap, destillatie en reflux (1) Pipeteren en oplossingen maken (2)	1	2	3	4
17. Bedienen van het FTIR apparaat (1) Bedienen van apparatuur (fotometers) (2)	1	2	3	4
18. Bedienen van het NMR apparaat (1) Calibratielijnen opstellen (2)	1	2	3	4
19. Analyse van stoffen met TLC (1) Monsterconcentraties uitrekenen (2)	1	2	3	4
20. Uitwerken van FTIR resultaten in een verslag (1) Statistische uitwerking (95% BI) (2)	1	2	3	4
21. Uitwerken van TLC resultaten in een verslag (1)	1	2	3	4
22. Uitwerken van NMR resultaten in een verslag (1)	1	2	3	4

	Totaal niet mee eens	Niet mee eens	Gedeeltelijk niet mee eens	Gedeeltelijk mee eens	Mee eens	Totaal mee eens	Anders:
23. a) De uitleg van de docent heeft me geholpen om de resultaten uit te kunnen werken (1)(2)	1	2	3	4	5	6	X
b) Open vraag: Geef een toelichting waarom de uitleg van de docent wel of niet heeft geholpen om de resultaten uit te kunnen werken? (2)							
24. a) De multiple choice voorbereidingstoetsjes in Platform X hebben me geholpen om de resultaten uit te kunnen werken. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	X
b) Open vraag: Licht toe waarom de voorbereidingstoetsjes in Platform X je wel op niet hebben geholpen om de resultaten uit te kunnen werken. (2)							
25. Ik kon de resultaten zonder hulp uitwerken (1)(2)	1	2	3	4	5	6	X
26. De platform X toetsjes hebben me geholpen om de voorbereidingen te snappen (1)(2)	1	2	3	4	5	6	X
27. De platform X toetsjes hebben me geholpen om het practicum uit te kunnen voeren (1)(2)	1	2	3	4	5	6	X
28. De platform X toetsjes vond ik een toegevoegde waarde voor dit vak. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	X
29. Ik heb dankzij Platform X toetsjes een beter verslag gemaakt dan wanneer ik deze toetsjes niet had gemaakt. (1)(2)	1	2	3	4	5	6	7
30. Rangschik de volgende taken van laag naar hoog op complexiteit naar jouw inzicht							
1. Uitvoeren van de synthese (1)							1. Pipeteren en oplossingen maken (2)
2. Uitvoeren van opwerkingstechnieken (Destillatie, herkristallisatie, extractie etc.) (1)							2. Bedienen van apparatuur (fotometers) (2)
3. Uitvoeren van de analyses (1)							3. Calibratielijijn opstellen (2)
4. Voorbereidingen (1)							4. Voorbereidingen in het labjournaal (2)
5. Uitwerken van TLC (1)							5. Monsterconcentraties uitrekenen (2)
6. Uitwerken van NMR (1)							6. Statistische verwerking: het 95% BI (2)
7. Uitwerken van FTIR (1)							7. Discussie voeren (2)
8. Discussie voeren (1)							8. Conclusies trekken (2)
9. Conclusies trekken (2)							
31. Hoeveel uur heb je gemiddeld aan deze training besteedt exclusief contactmomenten? (2)							<1uur, tussen 1 en 3 uur, tussen 3 en 5 uur, tussen 5 en 8 uur, tussen 8 en 10 uur, >10 uur
32. Open vraag: zijn er gedurende deze training andere prioriteiten geweest, waardoor je minder tijd heb kunnen besteden aan deze training? (2)							

Notities