

Leren (en) doceren op het natuurkunde practicum SBI

Inleiding

Dit jaar is de opleiding Science Business and Innovation van start gegaan. Een SBI'er wordt breed opgeleid in een mix van natuurwetenschappen, bedrijfskunde, en innovatiewetenschappen. Een onderdeel van de natuurwetenschappelijke kant van de opleiding is het eerstejaars Practicum Natuurkunde. Hierin maakt de SBI'er kennis met experimenteren.

Naar het idee van Prof. Ronald Griessen voor een "Energie" practicum is besloten "De waterstofketen" het centrale thema te laten zijn in dit nieuwe SBI practicum. De studenten gaan werken met een zonnecel, een electrolyseur en een brandstofcel. De milieu en energieproblematiek van onze tijd geven een context aan dit thema dat nu zeer relevant is, en dus goed aansluit bij deze studie.

Dit verslag is een didactische beschrijving van dit practicum zoals dat gegeven is. Eerst wordt de opzet uiteengezet. Bij de verschillende onderdelen van de opzet worden leerdoelen gespecificeerd. Vervolgens wordt door middel van de ervaringen tijdens het practicum gereflecteerd op deze opzet. Daarbij worden de opzet en de ervaringen in een didactisch kader geplaatst. Hierdoor wordt het mogelijk uitspraken te doen over de effectiviteit van het leren en wordt het mogelijk aanbevelingen te doen om deze effectiviteit te vergroten. Voor de didactische achtergrond is voornamelijk het boek "Leren (en) doceren" door A.J. Kallenberg e.a. gebruikt. Het doel van deze beschrijving is allereerst een oefening om gegeven onderwijs in een onderwijskundig kader te plaatsen. Dit betekent dat het voor mij ook een leeractiviteit is geweest. Ik zal hier in de conclusie kort op reflecteren. Uiteraard is het ook de hoop dat dit verslag een positieve uitwerking kan hebben op de cursus van volgend jaar.

De opzet van het practicum

Algemene doelen

Verschiedende studies binnen het FEW kennen een eerstejaars natuurkunde practicum. Hoewel de onderwerpen en de diepgang verschillen kennen deze practica dezelfde algemene doelen. De leerdoelen zoals deze gesteld zijn voor SBI-studenten in het 1^e jaar zijn:

- ervaren wat experimenteren is,
- kennis maken met een paar technieken
- een aantal onderzoeksvaardigheden oefenen (verwerken en interpreteren van resultaten, (mondeling en schriftelijk) communiceren over bevindingen.

Deze leerdoelen worden naar de studenten gecommuniceerd op de eerste pagina van de handleiding.

Bij deze algemene doelen komt een voor dit practicum specifiek doel. Het volgt uit het idee van Prof. Ronald

Griessen voor een "Energie" practicum. Het blijkt namelijk dat veel studenten een onduidelijk idee hebben van het begrip "Energie". Wat is energie nou eigenlijk en hoeveel energie kost het om bijvoorbeeld een auto te laten rijden? Hiertoe is voor dit practicum het extra leerdoel gesteld:

- het krijgen van een gevoel voor het natuurkundige begrip energie en rendement .

De begeleiding en methode

Dit practicum heeft als doel de student te laten ervaren wat experimenteren is. Experimenteren is volgens de handleiding een weerbarstige activiteit. Om deze weerbarstigheid te ervaren worden de studenten los gestuurd. Er wordt dus niet precies gezegd wat er stap voor stap gedaan moet worden. De studenten worden gestimuleerd om zoveel mogelijk zelf activiteiten te ondernemen. Er wordt dan ook een actieve houding van de studenten verwacht. Hoewel de sturing los is is de begeleiding tijdens de experimenten intensief. De begeleiding is constant aanwezig om de student te stimuleren en hen een spiegel voor te houden tijdens de experimenten. Blijken de studenten echter niet in staat bepaalde activiteiten zelfstandig aan te gaan dan kan de assistent ingrijpen.

Daarnaast is er voor een inductieve benadering gekozen. Vanuit ervaringen en waarnemingen stelt de student zich vragen. Daarna probeert de student deze vragen te verklaren met theorie.

Introductie Spanningen en Stroom

Dit eerste onderdeel van het practicum heeft geen directe relatie tot de waterstofketen. Het onderdeel dient voornamelijk het doel die kennis op te halen, die de studenten nodig hebben om de latere resultaten te kunnen interpreteren. Er wordt uitgegaan van een beginsituatie waarbij de student kennis heeft van simpele elektrische circuits, zoals behandeld op het VWO. Deze kennis wordt opgehaald in de eerste opgave. Deze opgave heeft de leerdoelen:

- De definities van Volt, Ampère en Ohm noemen
- De op het VWO geleerde principes achter een serieschakeling en parallelschakeling ophalen.

In de volgende opgaven wordt de opgehaalde kennis toegepast. Deze toepassing is niet van hoger niveau dan de opgaven van het VWO. Wel wordt er een nieuwe naam gegeven aan de toepassing: "de wetten van Kirchhoff"

- Het afleiden van de formule voor spanningsdeling, de eerste wet van Kirchhoff.
- Het afleiden van de formule voor stroomdeling, de tweede wet van Kirchhoff.

Hierna wordt er van de studenten verwacht dat zij zelf de paragrafen 5.2 en 5.3 van de handleiding doorlezen. Paragraaf 5.2 behandelt de theorie van de stroom en spanningsmeter. Hierin wordt ook het begrip “interne weerstand” geïntroduceerd. Dit is een nieuw begrip. Hierover worden geen sommen gemaakt.

In paragraaf 5.3 wordt uit en ingangsimpedantie behandeld. De studenten leren hier over reële stroom en spanningsbronnen. Er wordt ook verteld hoe de uitgangsimpedantie te bepalen is. Vervolgens wordt de kennis van de theorie getoetst door twee opgaven. Deze hebben het leerdoel:

- In eigen woorden uitleggen waarom een luidspreker met een weerstand gelijk aan de uitgangsimpedantie van de versterker het meeste geluid geeft, gebruikmakend van de begrippen “spanningsdeler” en “maximaal vermogensoverdracht”.

Vervolgens wordt een experimentje gedaan. In dit experimentje wordt gevraagd de uitgangsimpedantie van een versterker te bepalen. De leerdoelen die hierbij horen zijn:

- Experimenteel bepalen wat de uitgangsimpedantie is van een versterker.
- Verschillende leerdoelen die horen bij experimenteren, o.a. het verwerken en interpreteren van resultaten.

Introductiepresentatie op de waterstofketen

De introductie op dit onderdeel begint met een presentatie. Deze presentatie heeft als doel:

- Het enthousiasmeren van de studenten voor het algemene onderwerp “Energie”
- Het introduceren van de “Waterstofketen” in het bijzonder de zonnecel-electrolyseur-brandstofcel keten als mogelijke oplossing voor het energieprobleem.
- Het aanreiken van een eerste theoretische achtergrond van de werking van de onderdelen van de keten.

Van de student wordt verwacht dat deze na de presentatie:

- Enthousiast is geraakt over het onderwerp energie.
- In eigen bewoordingen kan vertellen hoe de onderdelen van de keten op elkaar aansluiten en waarom.
- De theorie in zoverre begrijpt dat hij een simpel theoretisch kader heeft opgebouwd waarnaar hij kan terugkoppelen in de introductie-experimenten die zullen volgen.

Introductie-experimenten waterstofketen

Als tweede onderdeel van de introductie van de keten wordt een aantal kleine experimenten uitgevoerd met de zonnecel, electrolyseur en brandstofcel. Deze kleine experimenten hebben als algemeen doel:

- De student vertrouwd maken met de *werking* van de 3 onderdelen van de keten.
- De student vertrouwd maken met het *werken* met de 3 onderdelen van de keten.
- Vragen bij de student oproepen die leiden tot de onderzoeksvragen voor de “grote experimenten” die zullen volgen.

Van de student wordt verwacht dat deze na de proefjes:

- Alle drie de onderdelen zelfstandig kan aansluiten en daarbij let op de beperkingen van de apparatuur.
- Effecten heeft waargenomen waarover hij zich verwonderd en hierover vragen heeft geformuleerd.

De experimenten zijn opgezet met een open insteek. Dit is gedaan zodat de student de ruimte krijgt zijn eigen inbreng te doen en zo de opgeroepen vragen als zijn eigen vragen te beschouwen. De verwachting is dat dit de student meer zal motiveren dan vooropgestelde vragen en “kookboek” proefjes. De experimenten zijn te vinden in de handleiding.

Als afsluiting van deze kleine experimenten is aan de studenten gevraagd de resultaten van een proefje kort te presenteren aan de hand van een grafiek. Er wordt express gezegd “een grafiek” en niet waarvan. Op deze manier heeft de student in zijn verhaal houvast aan de grafiek, maar moet hij zelf keuzes maken in wat er gepresenteerd wordt. Door de presentaties aan de groep kan worden gerealiseerd dat iedere student iets meekrijgt van alle experimentjes, ook de experimentjes die hij zelf niet heeft gedaan. Bovendien leren de studenten op deze manier te discussiëren over voorlopige resultaten in een groep.

De grote experimenten

Met de kennis van vermogen, spanningen en stromen en de kennismaking met de waterstofketen kunnen de studenten aan de slag met de “grote” experimenten. De studenten worden hierbij in groepjes van 3 verdeeld. In dit groepje gaan zijn een onderzoeksvraag uitwerken en proberen met een experiment een antwoord op de deze vraag te vinden. De studenten krijgen 3 middagen om te werken met hun opstelling.

Allereerst moet de student een onderzoeksvraag formuleren. De cursus is zo opgebouwd dat de eerste oriënterende proefjes een mogelijke onderzoeksvraag naar voren hebben doen komen.

Vervolgens moeten de studenten een experimentele methode vinden die hen via meetbare grootheden antwoord kan geven op de gestelde vragen.

Tijdens en na de metingen worden de resultaten geïnterpreteerd. Hier kan uit naar voren komen dat de vraag beantwoord is of dat er iets moet veranderen aan de experimentele methode of opstelling.

Uiteindelijk is het de bedoeling dat het experiment resulteert in een verslag volgens de criteria die vermeld staan in de handleiding. Ook wordt er over één van de experimenten een presentatie gehouden.

Iedere groep wordt begeleid door een assistent. De studenten kunnen met vragen bij de assistent terecht. Ook zal de assistent regelmatig langskomen bij de groepjes om de vorderingen te pijlen.

De theoretische achtergrond dienen de studenten zelf op te zoeken op internet. Om dit makkelijker te maken zijn al een aantal links toegevoegd aan de blackboard site van het practicum.

In al deze stappen liggen veel leerdoelen verborgen. De student leert niet enkel een proefje te doen, maar ook bijvoorbeeld samenwerken, resultaten interpreteren, en communiceren met medestudenten en de assistent. Het volledig beschrijven van alle leerdoelen die bij dit onderdeel horen gaat te ver voor dit verslag en zal daarom niet gedaan worden.

Ervaringen en reflectie

Algemene reflectie

De sturing in dit practicum is bewust erg los. Van de studenten wordt een actieve inbreng verwacht. Voor een aantal studenten is deze sturing duidelijk te los. Deze studenten blijken niet in staat meer te doen dan wat van hen op directe wijze wordt gevraagd. Zij zoeken bijvoorbeeld zelf niet naar achtergrond informatie en hebben moeite de beschikbare tijd voor een experiment goed te plannen. Deze studenten hebben dit dan ook te horen gekregen bij de beoordeling. Zij zullen moeten inzien dat dit vaardigheden zijn die zij zichzelf zullen moeten aanleren. Deze observatie komt overeen met de leer en instructiewisselwerking volgens Kallenberg e.a. De tabel die deze wisselwerking omschrijft wordt gereproduceerd in tabel 1.

Zelfsturing/externe sturing	Strak	Gedeeld	Los
Hoog	Verveling	Verveling	Passend
Gemiddeld	Verveling	Passend	Uitdaging
Laag	Passend	Uitdaging	Te hoog gegrepen

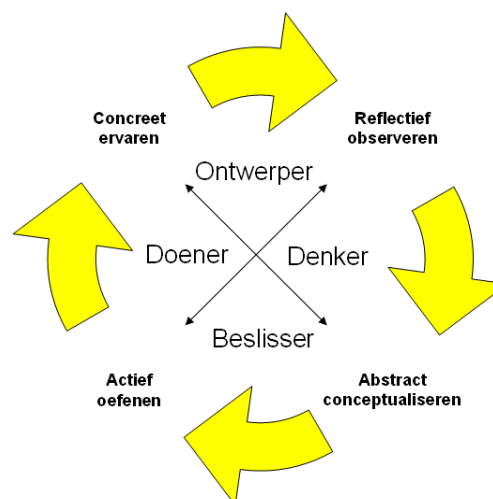
Tabel 1: leer en instructiewisselwerking volgens Kallenberg e.a.

De losse sturing is volgens deze tabel enkel ongeschikt voor de studenten met een lage zelfsturing. In de leerstijlen van Vermund, zoals beschreven in Kallenberg, komt de lage zelfsturing voornamelijk voor bij de student met een ongerichte leerstijl. Deze studenten hebben moeite met de leeractiviteit “selecteren”, ze kunnen niet onderscheiden wat belangrijk en niet belangrijk is in de

leerstof. Deze studenten leren omdat het “moet” en zijn afhankelijk van externe sturing. Dit komt haast perfect overeen met de constatering tijdens het practicum. De studenten die aan het eind van het practicum nog steeds moeite hadden met de losse sturing hebben het practicum niet voldoende afgerond.

Een student brengt hier tegenin dat hij zich niet bewust was van het feit dat hij zelf verantwoordelijk was informatie te zoeken. Hij vindt dat hem dat verteld had moeten worden. Dit zou dan natuurlijk een strakkere sturing betekenen, en daar is juist bewust niet voor gekozen. Maar hoe komen studenten dan te weten wat er van ze verwacht wordt? Dit lijkt mij een leerdoel wat aan de student gecommuniceerd kan worden.

De inductieve opzet van het practicum is ook niet voor iedere student ideaal. Zij die een leerstijl hebben die hier niet mee overeenkomt, blijken moeite te hebben met de gekozen opzet. Dit punt is goed te benaderen met de leerstijlen van Kolb zoals beschreven door Kallenberg (let op: dit is een ander onderscheid in leerstijlen dan die van Vermund). Kolb onderscheidt de leerstijlen: doener, ontwerper, denker en beslisser. Deze leerstijlen worden geplaatst in de leercyclus van Kolb.



Figuur 1: Leercyclus van Kolb

Denker zullen bij een probleembenadering eerst naar de theorie grijpen. Doeners zullen beginnen bij de ervaring. Vervolgens zullen zij de verdere cyclus moeten doorlopen. Kolb zegt dat er pas sprake is van effectief leren als de volledige cyclus doorlopen is.

De inductieve opzet van dit practicum is zo dat de student gedwongen wordt bij de ervaring te beginnen. Een denker zal hier veel meer moeite mee hebben dan een doener. Voor een doener is dit de natuurlijke benadering van problemen. De denker zou liefst eerst theorie doornemen. Een goed voorbeeld hiervan is de volgende ervaring:

Studente D viel de eerste middagen vooral op door haar passieve gedrag tijdens de experimenten. Ze wist niet wat er van haar verwacht werd en was duidelijk sterk afhankelijk van haar groepsgenoten bij het

experimenteren. Later leverde zij wel verslagen in van erg hoog niveau, waarin ze laat zien dat ze de theorie goed beheerst en weet waar het in het experiment om gaat.

Het lijkt er sterk op dat deze studente eerst tijd nodig heeft gehad om de theorie rustig te bekijken, met andere woorden: zij is een denker. Zij heeft in haar verslag duidelijk laten zien dat ze de theorie begrijpt. Toch is haar aanpak niet ideaal. Zij heeft haar kennis niet gebruikt tijdens de experimenten en heeft daardoor de stappen “actief oefenen” en “concreet ervaren” nauwelijks meegemaakt. De vraag is hoeveel ze werkelijk heeft geleerd.

Toch hoeft de inductieve opzet geen probleem te zijn voor studenten met een andere leerstijl. Deze studenten zullen zich buiten het practicum moeten inzetten om hun eigen cyclus te doorlopen. Toch zou het een goed idee zijn om de stap “Abstract conceptualiseren” iets makkelijker te maken in de tijd op het practicum. Dit kan door theorie aan te reiken tegelijk met de ervaring. Zo kunnen studenten hun eigen aanpak kiezen en worden ze niet gedwongen te beginnen bij ervaringen. Bij de Natuurkunde practica voor Natuurkunde studenten is dit de gebruikelijke opzet. Voor de SBI studenten is daar in eerste instantie niet voor gekozen omdat van hen niet verwacht dat zij later de theoretische achtergrond van experimenten volledig begrijpen. Het lijkt een goed idee te kiezen voor de gulden middenweg: het aanreiken van een simpele en beknopte theoretische achtergrond bij ieder experiment.

Ervaringen en reflectie op “Introductie Spanningen en Stroom”

Het leren in dit onderdeel gebeurt volgens een duidelijke opzet. Bestaande kennis wordt opgehaald en hieraan worden nieuwe begrippen toegevoegd. Daarmee lijkt de opzet sterk op de aanpak voor “betekenisvol leren” volgens de inzichten van D.B Ausubel (Stijn Dhert, 2000).

Volgens Ausubel draait leren om “zinnige informatie”. Dit is informatie die een uitbreiding en versterking is van de cognitieve structuur die bij studenten al aanwezig is, de voorkennis. De cognitieve structuur ziet hij als een hiërarchisch gestructureerde verzameling van kennis waaraan steeds nieuwe kennis kan worden toegevoegd. Dit kan alleen als deze nieuwe kennis gekoppeld kan worden aan de bestaande verzameling.

Belangrijk is dus hoe de nieuwe informatie wordt gekoppeld aan de bestaande kennis. Telkens moet er voor gezorgd worden dat:

- de bestaande kennis of cognitieve structuur wordt 'opgeroepen'
- dan het nieuwe begrip of inzicht eraan wordt gekoppeld en
- ten slotte de nieuwe uitgebreidere cognitieve structuur wordt versterkt.

Voor de opbouw van een dergelijke aanpak is het voor de docent belangrijk dat deze:

- de begrippen selecteert die aan bod moeten komen
- de relaties tussen deze begrippen expliciet maakt.
- een schema opbouwt waarin deze begrippen en relaties in hun onderlinge samenhang worden weergegeven.

Volgens Jaap Buning is in een academische leeromgeving een van de doelen dat studenten dit proces onderkennen en de opzet is zo gekozen dat deze fasen ook doorlopen worden. De sturing is daarbij zodanig los dat de studenten dit proces ook bewust doorlopen. De rol van de assistent is o.a. de student te verhelderen dat dit proces wordt doorlopen.

In eerste instantie lijkt in dit onderdeel aan elk van de bovengenoemde criteria voldaan te zijn.

Later blijkt echter dat de studenten het begrip “ideale stroombron” en “ideale spanningsbron” niet paraat hebben. Dit duidt erop dat deze nieuwe begrippen niet gekoppeld zijn aan de bestaande kennis. Het lijkt dat de studenten te vrij zijn gelaten in hun leeractiviteiten. De opzet in dit deel vraagt van de student dat deze zelf de stof relateert aan de bekende stof en structureert. Hoewel dit structureren sterk gestuurd wordt door de handleiding wordt dit niet expliciet gedaan door een schema. Mogelijk moet dit explicieter gebeuren. Zo kan er explicieter gezegd worden dat het relateren en structureren een “eigen” leeractiviteit is. Ook kunnen de begrippen expliciet in een schema voorgesteld worden in de handleiding.

Het is ook mogelijk dat de studenten SBI veel meer in formules denken dan in begrippen zoals de opzet verwacht. Hierdoor ontstaat een discrepantie tussen de bestaande kennis en de nieuwe. De vorm van de oude kennis is die van formules en de nieuwe is die van begrippen. Hierdoor kunnen beide niet aan elkaar gekoppeld worden. Dit vermoeden wordt ook wel gevoeld door vragen van de studenten tijdens het maken van de opgaven. Als definitie van Volt wordt bijvoorbeeld gezegd “Volt is toch V?”. Dit probleem is op te lossen door eerst een slag te maken waarbij formules van simpele elektrische schakelingen worden geïnterpreteerd naar hun betekenis. Zo wordt een cognitieve structuur opgebouwd waar vervolgens wel de begrippen “ideale stroombron” en “ideale spanningsbron” zinvol aan kunnen worden gekoppeld.

In dit onderdeel worden de nieuwe begrippen niet nadrukkelijk versterkt. Voor ieder nieuw begrip is er maar één opgave. Het kan zijn dat daardoor de nieuw geleerde begrippen snel wegzakken. Het opgeven van meer opgaven zou de begrippen beter kunnen versterken.

Een ander punt bij dit introductie experiment dat niet past in het “betekenisvol leren” kader, is het praktische

werken. In de opdracht wordt de opstelling aangesloten zonder terugblik. Zo zijn er groepjes die de Volt meter in serie schakelen of de spanningsbron kortsluiten. Volgens Jaap Buning kan onderzoeken opgevat worden als een cyclisch proces waarin men voortdurend schakelt tussen twee domeinen: die van het manipuleren van ideeën en van het manipuleren van experimentele procedures. Dit is een belangrijk doel voor leren experimenteren, dat ook in dit introductie experiment aan de orde blijkt te zijn. Het is echter niet expliciet geformuleerd. De opdracht van het introductie experiment is zo geformuleerd dat de studenten alleen in het experimentele domein werken. Zij koppelen dus ook het experiment totaal niet aan de kennis die zij hebben over spanningsbronnen en stroommeters. Toch is dat nodig om te begrijpen wat ze aan het doen zijn. Het maken van een koppeling is een vaardigheid die de studenten moeten leren en is bijvoorbeeld te bevorderen door de studenten een tekening te laten maken van de opstelling. Dit dwingt de studenten de opstelling te zien in afzonderlijke onderdelen die zij vervolgens wel kunnen koppelen aan hun ideeën. Als dergelijke hints worden gegeven, blijkt het ook dat de studenten op deze manier op de goede weg te brengen zijn. Plotseling beseffen ze dan dat een voltmeter de spanning meet “over” een weerstand. Zo blijkt een simpel introductie experiment toch lastiger te zijn, dan aanvankelijk ingeschat. Het is overigens niet aan te bevelen om meerdere doelen tegelijkertijd na te streven, of: dit doel zou expliciet ook in de instructie moeten worden opgenomen.

Ervaringen en reflectie op “Introductiepresentatie op de waterstofketen”

Het belangrijkste idee achter deze presentatie is het verzorgen van de context voor de experimenten die in het practicum aan bod komen. Omdat de context relevant is in deze tijd wordt het voor de student niet enkel meer leren “omdat het moet”.

Gezien de feedback tijdens de presentatie is te concluderen dat de studenten enthousiast zijn geraakt. Zij verwonderen zich meerdere malen tijdens de presentatie.

Achteraf gezien blijkt dat de presentatie een sterkere nadruk had moeten leggen op de theoretische achtergrond. Omdat dit het eerste moment zou zijn geweest waarop nieuwe theorie wordt geïntroduceerd zou er niet verwacht kunnen worden dat dit blijft hangen. Toch zou een uitgebreidere behandeling de student de kans geven de theorie meerdere malen van verschillende kanten te horen en zo een duidelijkere cognitieve structuur van de kennis te vormen. Bovendien had de behandeling van de theorie beter kunnen aansluiten op de kennis zoals deze tot op dit punt in het practicum is gestructureerd. Ook hier moet gestreefd worden naar het overbrengen van “zinvolle informatie” zoals eerder is besproken.

Ervaringen en reflectie op “Introductie-experimenten waterstofketen”

De studenten zijn enthousiast en zelfstandig aan de slag gegaan met de proefjes. Toch lijkt het erop dat de studenten de handleiding voor deze proefjes niet lezen maar liever zelf aan de slag gaan. Hierdoor lopen toch enkele dingen mis bij de aansluiting van de apparatuur. In de handleiding staan duidelijk de beperkingen van de apparatuur. Hierdoor moeten de assistenten soms ingrijpen. Toch is uiteindelijk het doel bereikt: de studenten weten hoe ze de apparatuur moeten aansluiten. Dit punt lijkt sterk op het punt wat ook al naar voren kwam bij de introductie van spanningen en stromen, de studenten zitten enkel in het experimentele domein.

Later blijkt dat niet alle studenten met alle drie de onderdelen hebben gewerkt. Dit is waarschijnlijk gekomen doordat er twee rondes zijn geweest. De tweede ronde is aan het eind van de dag gevallen, na de presentaties van de eerste ronde. Mogelijk hebben de studenten toen geen vut meer gehad om aan het werk te gaan met een nieuwe opstelling.

Uit de presentaties is op te maken dat de studenten bij het experimenteren effecten hebben waargenomen die zij niet hadden verwacht. Een goed voorbeeld hiervan is de proef met de afstandsafhankelijkheid van de zonnecel.

De spanning wordt gemeten over een zonnecel beschenen door een lamp van verschillende afstanden. Een student komt met de vraag welke waarde hij voor de spanning moet noteren omdat deze in de tijd lijkt af te nemen. In het doorspreken van de mogelijke oorzaken voor dit verschijnen met de student komt naar voren dat dit mogelijk een temperatuursafhankelijk kan zijn van de zonnecel. De zonnecel wordt namelijk ook erg warm. Een goed punt voor later onderzoek in een groter experiment.

Een tweede voorbeeld is de Electrolyseur.

Aangesloten op een spanningsbron lijkt de electrolyseur niks te doen. Meerdere groepjes vragen hierbij assistentie: “de Electrolyseur doet het niet”. Door zijn VI-karakteristiek zal de Electrolyseur pas bij een zekere spanning gaan werken. Een spanning die veel hoger ligt dan waar de studenten aan het meten zijn. De vraag waarom dit zo is is een goede om later verder op in te gaan.

Het lijkt er dus sterk op dat beide leerdoelen zijn bereikt in dit onderdeel. Daarbij komt dat de studenten op een zeer natuurlijke wijze resultaten hebben gepresenteerd en erover met elkaar hebben gediscussieerd. Communicatief lijken de studenten sterk.

Ervaringen en reflectie op “De grote experimenten”

In het eerste experiment komt naar voren dat de studenten de leerdoelen niet goed inzien. Bij de experimenten zijn zij erg resultaat gericht. Komen ze er niet uit dan raken zij gefrustreerd. De studenten beseffen niet dat het experimenteren zelf een leerdoel is. De uitkomst van het experiment is eigenlijk niet zo van belang. De frustratie is bij de studenten weg te nemen door dit expliciet te zeggen.

De studenten lijken ook moeite te hebben met het zich eigen maken van het probleem. Een mogelijke oorzaak hiervan ligt in de werking van de onderdelen. Deze is veel complexer dan de studenten in eerste instantie dachten. De studenten hebben duidelijk moeite de eerder geleerde begrippen als “ideale spanningsbron” te gebruiken om zich een mentaal beeld te vormen van de werking van de onderdelen. Met het vage mentale beeld dat zij van het geheel hebben, blijkt het heel moeilijk de problemen in heldere natuurkundige termen te beschrijven. Hierbij is veel assistentie nodig, voornamelijk om de werking helder te krijgen. Hieruit komt naar voren dat een aantal studenten zich maar een zeer beperkt theoretisch kader hebben gevormd. Dit is ook te zien in de verslagen. Doordat de stap “abstracte conceptualiseren” in de cyclus van Kolb zo niet kan worden gemaakt, kunnen deze studenten in het verslag enkel een beschrijving geven van hun ervaringen. De koppeling tussen theorie en resultaten wordt dan niet gemaakt. Dit wordt wel van ze verwacht. Ook hier lijkt het de oplossing het aanreiken van een simpele beschrijving van de opstelling.

Conclusie en aanbevelingen

De algemene leerdoelen zijn zeker gehaald. De studenten SBI hebben:

- ervaren wat experimenteren is,
- kennis gemaakt met de electrolyseur, de zonnecel en de brandstofcel
- een aantal onderzoeksvaardigheden geoefenend

Wel is er ruimte voor verbetering van dit practicum. De effectiviteit van het leren op het practicum zou waarschijnlijk vooruit gaan als:

- De studenten in het begin van het practicum expliciet op de hoogte worden gebracht van de losse sturing en wat er van hen verwacht wordt in deze werkvorm.
- Bij ieder experiment een simpele en beknopte theoretische achtergrond zou worden uitgereikt. Zo zullen studenten met een niet-inductieve leerstijl beter tot hun recht kunnen komen. Bovendien wordt het dan voor alle studenten eenvoudiger de volledige cyclus van Kolb te doorlopen.
- Bij het behandelen van elektrische schakelingen eerst een slag gemaakt wordt van formules van simpele elektrische schakelingen naar begrip hiervan. Zo zullen nieuwe begrippen beter blijven hangen.

Wat mijzelf betreft kan ik zeggen dat ik van dit project veel geleerd heb. Het mooiste is dat ik deze uitspraak nu kan onderbouwen met de leercyclus van Kolb. Allereerst ben ik erachter gekomen dat ik een doener ben. Ik ben namelijk eerst actief bezig geweest met het practicum en heb daar ervaringen opgedaan. Vervolgens ben ik het boek van Kallenberg gaan lezen. In dit verslag laat ik zien dat ik vervolgens deze ervaringen reflectief geobserveerd heb en abstract geconceptualiseerd. Met

andere woorden: ik heb de gehele cyclus doorlopen. Mijn leren is effectief geweest.

Literatuurverwijzing

A.J. Kallenberg, L. van der Grijspaarde, A. ter Braak, C.J. van Horzen (2000): “Leren (en) doceren in het hoger onderwijs”. ISBN13 978-90-5189-488-2

Dhert, Stijn. (2000): “Algemene Didactiek”. Katholieke Universiteit Leeuven, Leeuven.

<https://www.kuleuven.be/algidid/>