

Educatieproject: Het trainen van het reflectievermogen van
eerstejaars natuurkundestudenten



20 april 2015

Inhoudsopgave

1	Introductie	3
2	De Leercyclus van Kolb	
	Bron: De didactiek van Ervaringsleren	4
3	Rol van Feedback	6
3.1	Feedback Mark I	7
3.2	Feedback Mark II	7
4	Structuur practicum	
	Bron: Handleiding Natuurkunde Practicum 1[2]	9
5	Werkwijzen	10
5.1	Werkwijze 1	10
5.2	Werkwijze 2	11
5.3	Werkwijze 3	12
5.4	Werkwijze 4	13
6	Resultaten	13
6.1	Werkwijze 1	13
6.2	Werkwijze 2	14
6.3	Werkwijze 3	15
6.4	Werkwijze 4	16
7	Discussie en Conclusie	17
A	Casus Student A	20
B	Selectie antwoorden op reflectievragen	22
C	Casus Werkwijze 2	24
D	Casussen Werkwijze 3	25
E	Opdracht PNAS paper	26

1 Introductie

Dit verslag beschrijft een 6 ECTS 'Educatieproject' dat is uitgevoerd tijdens het assisteren van het vak 'Natuurkunde Practicum 1'. 'Natuurkunde Practicum 1' is een 4,5 ECTS vak in het eerste semester van de Bacheloropleiding Natuur- en Sterrenkunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Volgens de *Quality Assurance Netherlands Universities* voldoet een bachelorstudent aan de volgende definitie:

Een bachelorstudent bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt aan te gaan.

Om dit doel te bereiken wordt er gedurende verschillende vakken in de Bachelor, waaronder het practicum, aandacht besteed aan het van 'Academic Core'. Academic Core heeft als doel om de leer- en studievaardigheden van de bachelorstudenten te ontwikkelen en hen voor te bereiden op een vervolgstudie of beroepsloopbaan na het afronden van de Bachelor. Onder het begrip 'leervaardigheden' kunnen veel verschillende deelvaardigheden worden gevat. Veelal wordt er gedacht aan zelfstandigheid, planvaardigheid, het kunnen structureren of reflectief vermogen. In de Handleiding Academic Core wordt het begrip leervaardigheid als volgt gedefinieerd:

Het vermogen om de eigen ontwikkeling in het verwerven van kennis, academische vaardigheden en houding te sturen in interactie met docenten en medestudenten. Daar hoort bij het zelfstandig, doelgericht en planmatig kunnen leren, en daarbij kunnen reflecteren op het eigen leerproces.

Leervaardigheden kunnen dus betrekking hebben op zowel vakinhoudelijke vaardigheden (het verwerven van vakinhoudelijke kennis) of niet-vakinhoudelijke vaardigheden (het ontwikkelen van een academische houding). Tijdens het practicum, wordt er van de studenten verwacht dat deze een klein onderzoekje uitvoeren. Hierbij moet de student zich zelf nieuwe theorie eigen maken, een onderzoeksvraag formuleren, een verwachting uitspreken, resultaten analyseren en op basis daarvan een conclusie uitspreken. De student zal daarom ontwikkeling moeten maken in zowel vakinhoudelijke leervaardigheden als niet-vakinhoudelijke leervaardigheden. In dit verslag zal worden gefocust op de tweede zin van de definitie uit de Handleiding Academic Core. Er worden 4 werkwijzen voor het practicum ontwikkeld waardoor de student zelfstandig, doelmatig en planmatig zijn eigen leerproces kan verbeteren. Deze werkwijzen zijn gebaseerd op reflectievragen op de eerder uitgevoerde opdracht en moeten zo min mogelijk afhankelijk zijn van de leerstijl van de student of van de kwaliteiten van de docent, terwijl interactie met de docent wel sterk wordt aangemoedigd. Door interactie met medestudenten en assistenten aan te moedigen, wordt de 'blinde vlek' van de student zoals beschreven in het Johari venster [3] belicht en leert de student meer over zijn eigen manier van leren. Voor het beschrijven van leren en leerstijlen wordt vaak

gebruik gemaakt van de leercyclus van Kolb. Volgens Kolb heeft een student iets geleerd wanneer hij een gehele leercyclus heeft doorlopen [4]. Deze leercyclus zal in paragraaf 2 worden beschreven. Het doel van de ontwikkelde werkwijzen is dat de student zelfstandig de gehele cyclus kan doorlopen en hierop kan reflecteren.

De vier verschillende werkwijzen zijn ontwikkeld aan de hand Ref. [1], waarin Boud et al. een beschrijving geeft van twee Feedback Marks. In paragraaf 3 worden deze Feedback Marks beschreven, vervolgens zijn de verschillende werkwijzen beschreven in paragraaf 5. De werkwijzen zijn geanalyseerd aan de hand van ervaringen van het begeleiden van een groep van 16 1e jaars studenten. In paragraaf 6 wordt beschreven hoe de studenten de verschillende werkwijzen ervoeren. Een aantal casussen zijn uitgewerkt in de Appendices. In Appendix A wordt het gehele leerproces gedurende het gehele practicum beschreven. Appendix B, C en D beschrijven casussen van reacties van studenten op de Werkwijzen 2 en 3. Tot slot bevat Appendix E de opdracht van Werkwijze 4. We vinden dat het veel tijd vergt van de assistent om ervoor te zorgen dat een student zichtbare stappen zet in de ontwikkeling van vaardigheden met behulp van zelfreflectie. Wanneer minder begeleidingsintensieve methoden worden gebruikt, is te merken dat een zeer beperkte groep studenten gebruik maakt van feedback van de assistent.

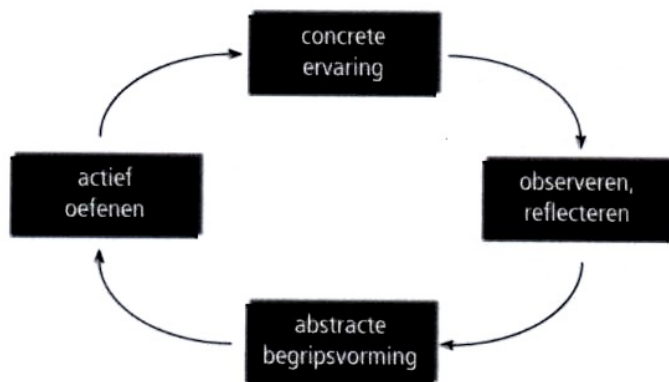
2 De Leercyclus van Kolb

Bron: De didactiek van Ervaringsleren

Het didactische model van Kolb is gebaseerd op ervaringsleren. Met ervaringsleren wordt bedoeld dat de persoonlijke ervaring van de leerstof in de praktijk een onmisbaar onderdeel is van het leren van theorie of methodologie. Volgens Kolb draagt ervaringsleren bij aan een 'diepe' verwerking van de leerstof, in tegenstelling tot het leren door 'stampen' van de theorie. Het leren van abstracte theorie moet echter ook niet worden weggelaten uit het leerproces. Er moet worden afgewisseld tussen leren door ervaren en experimenteren en leren van abstracte theorie. Hoe dit zich afwisselt wordt weergegeven in de leercyclus van Kolb (Fig. 1). De cyclus heeft geen duidelijk begin en eindpunt aangezien studenten verschillende leerstijlen kunnen hebben, kunnen zij de cyclus vanaf een verschillende fase starten. Wel is volgens het model elke fase in de cyclus noodzakelijk en heeft de student pas iets geleerd als de student de gehele cyclus heeft doorlopen.

Deze leercyclus vertoont grote gelijkenissen met de methode van wetenschappelijk onderzoek. Bij onderzoek is er ook een samenspel tussen concrete ervaringen en observaties en het begrip van de theorie. Een student kan bijvoorbeeld beginnen door concrete ervaringen op te doen tijdens het practicum door te 'spelen' met een opstelling. Vervolgens kiest de student een specifiek aspect van zijn ervaring om zich in te verdiepen en stelt een plan op om dit aspect in detail te observeren en op deze observaties te reflecteren. In deze fase moet er een onderzoeksvraag en hypothese worden geformuleerd en een werkplan worden opgesteld. Ook zal in deze fase de data worden geanalyseerd door middel van een

vakinhoudelijke reflectie op de observaties. Volgens Kallenberg [4] is in deze fase de interactie met mede studenten en de docent belangrijk. De observaties moeten leiden tot een beter begrip van de achterliggende theorie. Doordat de student de theorie beter onder de knie heeft zal deze een grotere 'speelruimte' hebben ontwikkeld om actief te oefenen met de abstracte theorie. Dit oefenen met de theorie zal bij nieuwe concrete ervaringen zorgen voor een beter begrip van de ervaring. Op deze manier heeft de student zijn vakinhoudelijke kennis uitgebreid. Om de cyclus te doorlopen moet de student dus kunnen schakelen tussen (1) fysisch begrip van de opstelling, (2) theorie die de resultaten kunnen verklaren, (3) vertaling van theorie in meetbare grootheden aan de hand van schematische opstelling, (4) het bouwen van een experimentele opstelling, (5) interpreteren van de resultaten, (6) koppelen van de resultaten aan fysisch begrip. Dit zijn vaardigheden die horen bij zelfstandig leren als academicus. In bovenstaand voorbeeld is de leercyclus van Kolb besproken aan de hand van vakinhoudelijk leren op het practicum. De leercyclus kan ook worden toegepast op een niet-vakinhoudelijke leersituatie op het practicum, bijvoorbeeld het leren van een planmatige en doelmatige aanpak of het leren van rapporteren en presenteren. Het is volgens Kallenberg [4] niet noodzakelijk om aparte vakken in het curriculum op te nemen om deze algemene beroepsbekwaamheden te leren. Wel is het van belang dat deze als onderdeel van al bestaande vakken worden aangeboden, bijvoorbeeld het rapporteren en presenteren van nieuw geleerde kennis. Het is daarbij van belang dat de studenten ook worden begeleid bij het ontwikkelen van deze algemene vaardigheden en hier feedback over krijgen.



Figuur 1: De Leercyclus van Kolb. Een student heeft iets geleerd wanneer deze de gehele cyclus ten minste eenmaal heeft doorlopen. De student kan de cyclus bij elke gewenste fase starten, afhankelijk van de leerstijl. Uit: Leren en Doceren in het Hoger Onderwijs, Kallenberg et al. 2000.[4]

In dit onderzoek hebben we de studenten zelf laten aangeven waarin zij zichzelf wilden

verbeteren en lieten we open of dat een vakinhoudelijke of niet-vakinhoudelijke vaardigheid moest zijn. In beide gevallen werd met de student besproken hoe hij/zij zichzelf kon verbeteren. Er wordt verwacht dat een 1e jaars student moeite heeft om geheel zelfstandig de leercyclus te doorlopen. De student heeft op de middelbare school immers vooral geleerd door middel van theorie te 'stampen' en te reproduceren. De andere fasen van de leercyclus van Kolb komen op de meeste middelbare scholen weinig aan de orde. De voornaamste taak van de docent zal daarom zijn om de student te begeleiden om de stappen tussen de verschillende fasen te doorlopen en de student erin te trainen een volgende keer de cyclus van Kolb zelfstandig te doorlopen. In dit onderzoek zijn er 4 werkwijzen ontwikkeld om te observeren hoe de studenten de overgang tussen de fasen van 'concrete ervaring' via 'observeren en reflecteren' naar 'het begrip van de abstracte theorie' doormaken. We onderzoeken *of* de studenten kunnen reflecteren en *of* we het reflectieproces kunnen versnellen. Om te toetsen of de studenten kunnen reflecteren, wil ik vaststellen of zij (1) kunnen *herkennen* wat zij kunnen verbeteren, (2) een manier kunnen bedenken om hun werkwijze te *corrigeren* en (3) een manier hebben om te *controleren* of zij vooruitgang hebben gemaakt. Het beoordelen van het eigen werk is dus een belangrijk onderdeel van het herkennen van een verbeterpunt. Aan het einde van de Bachelor kunnen zijn studenten vaak goed reflecteren en hun eigen werk en het werk van medestudenten beoordelen. Met de ontwikkelde werkwijzen willen we onderzoeken of het proces van reflecteren kunnen versnellen. Er is geprobeerd om deze werkwijzen zo min mogelijk te laten afhangen van de leerstijlen van de student en de kwaliteiten van de docent. Hierbij is gebruik gemaakt van de Feedback Mark Theorie van Boud.

3 Rol van Feedback

Om de studenten te begeleiden in hun leerproces wordt er na elk afgerond experiment feedback gegeven op de verslagen en op een onderdeel in het onderzoeksproces dat de studenten zelf hebben aangegeven te willen verbeteren. Hoe je als docent het beste feedback geeft op het werk van een student is een lastig probleem. Het woord 'feedback' duidt oorspronkelijk op een terugkoppelingsmechanisme waarbij een bepaalde output wordt vergeleken met een norm en wanneer deze niet overeen komt, wordt er een actie uitgevoerd om ervoor te zorgen dat de volgende output dichter bij deze norm in de buurt komt. Tegenwoordig wordt feedback in een bredere context geplaatst. In het paper *Rethinking models of feedback for learning* bespreekt Boud et al. twee modellen van feedback, namelijk Feedback Mark I en Feedback Mark II. Feedback Mark I koppelt de originele manier van feedback als terugkoppelingsmechanisme aan de resultaten van onderzoek over onderwijs. Hierbij worden er twee grote aannames gemaakt. Als eerste, wordt er vanuit gegaan dat wanneer de docent de student vertelt wat er anders moet dat de student precies hetzelfde opvangt als de docent bedoelt duidelijk te maken. Ten tweede wordt er aangenomen dat de student weet hoe hij zijn gedrag moet aanpassen om te doen wat hem is verteld. Dit zijn twee zeer

grote aannames, wat erop duidt dat het niet voldoende is om de student slechts te vertellen dat hij zijn gedrag moet aanpassen.

Feedback Mark II is gebaseerd op een proces waarbij studenten worden betrokken in hun eigen leerproces. Hieronder volgt een korte bespreking van de twee feedback modellen en hoe deze in verband staan met de gebruikte methoden in dit onderzoek.

3.1 Feedback Mark I

Het Feedback Mark I model is gebaseerd op het originele terugkoppelingsmechanisme dat we verstaan onder feedback. In dat geval is het dus noodzakelijk dat de leerdoelen duidelijk zijn geformuleerd en dat er een manier is waarop kan worden getoetst of het resultaat (bv. een ingeleverd verslag) voldoet aan de gestelde leerdoelen. Voldoet het verslag niet aan de gestelde leerdoelen, dan geeft de docent aan wat er moet veranderen. Naast het originele terugkoppelingsmechanisme, wordt er bij het Feedback Mark I model toegevoegd dat de docent controleert of de student dezelfde verandering heeft doorgevoerd als de docent had bedoeld. Er moet dus een mogelijkheid zijn om te toetsen of de student zijn output heeft aangepast zodat het dichterbij het leerdoel komt. Het is daarom van belang dat de student meerdere keren dezelfde taak uitvoert om te toetsen of hij vooruitgang heeft geboekt. Ook moet er voldoende tijd zitten tussen de verschillende taken zodat de student de informatie kan verwerken en gebruiken bij de volgende keer dat hij dezelfde taak uitvoert. Het beeld dat je bij dit model kunt voorstellen is een student die nadat hij zijn taak heeft uitgevoerd achterover leunt en wacht op het oordeel van de docent. Vervolgens past hij de taak aan aan de wensen van de docent en leunt weer achterover en vraagt of de taak nu beter is. Dit beeld beschrijft een passieve leerhouding. Het Feedback Mark I model verschilt dus van het originele terugkoppelingsmechanisme model alleen op het punt dat er in dit model wordt gecontroleerd of de opdracht juist is uitgevoerd. Wanneer de verandering niet juist is doorgevoerd, is het mogelijk dat de docent geen duidelijke informatie heeft verstrekt. Dit model is daarom sterk afhankelijk van de didactische vaardigheden van de docent en van de lesmethode.

3.2 Feedback Mark II

Anders dan Feedback Mark I, wordt in het Feedback Mark II model niet de aanname gemaakt dat studenten een persoon nodig hebben die hen de informatie geeft over wat zij moeten leren en dat leren een proces is dat gedreven wordt door hoe anderen de student beoordelen. In het Feedback Mark II model wordt feedback gezien als een proces dat studenten gebruiken om hun eigen begrip van een onderwerp te vergroten. In dit model gaat de metafoor van het ouderwetse terugkoppelingsmechanisme dus niet meer op en worden studenten gezien als actieve deelnemers in dit proces. In het artikel van Askew en Lodge (2000)[?] wordt de volgende definitie van feedback geformuleerd:

all dialogue to support learning in both formal and informal situations

In deze definitie wordt feedback gezien als een proces van de student zelf, waarbij hij gebruik maakt van interactie tussen anderen in de vorm van een gesprek. Zij zien feedback als een proces dat zich zowel in een duidelijke leeromgeving als in een informele situatie kan plaatsvinden. Boud et al. bouwt voort op deze definitie om het Feedback Mark II model op te zetten. Er worden 3 kern elementen van feedback genoemd, dat zijn:

- The learners and what they bring
- The curriculum and what that promotes
- The learning environment and what that affords

Met het Feedback Mark II model zegt Boud dat feedback niet moet worden gezien als een proces dat *door* de docent *op* de student wordt uitgevoerd, maar als een proces dat geheel bouwt op verantwoordelijkheidsgevoel en motivatie van de student waarbij deze gebruik *mag* maken van de tijd van de docent. Het Feedback Mark II model probeert het beeld op te roepen van een student die nadat hij zijn taak heeft uitgevoerd opzoek gaat naar medestudenten en docenten om te discussieren hoe hij/zij zijn taak kan verbeteren. Aan de hand van de meningen van zowel andere studenten als docenten zal de student een eigen oordeel geven op de uitgevoerde taak en deze naar eigen inzicht verbeteren. Voor dit feedback model is het noodzakelijk dat de student een actieve houding neemt en zijn eigen leerproces stuurt. Verder moet er in het curriculum mogelijkheden zijn voor studenten om hun eigen vooruitgang te evalueren en met anderen te bespreken. Wanneer studenten met zowel docenten als mede studenten spreken over hun eigen vooruitgang, worden zij meer bewust van hun positie in het leerproces dat zij voor ogen hadden. Het is volgens Boud niet nodig om voor het gebruik van het Feedback Mark II model alle leerdoelen precies te definiëren, zodat er ruimte overblijft voor het leerproces van de student. Tot slot merken we op dat Feedback Mark II afhankelijk is van het leermilieu. Dit leermilieu wordt niet alleen opgebouwd door curriculum specificaties maar hangt ook sterk af van de interactie tussen docenten studenten. Voor Feedback Mark II is het van belang dat er een open sfeer heerst waarin de student de dialoog durft aan te gaan over zijn eigen ontwikkeling, en zich misschien zelfs kwetsbaar durft op te stellen. Volgens Boud et al. is een zeker niveau van vertrouwen tussen student en docent van belang, hoewel het niet eenduidig is hoe een dergelijk leermilieu gecreeert kan worden. Feedback Mark I en II hebben gemeenschappelijk dat in beide gevallen de reflectie op het eerder gedane werk moet worden gebruikt om het werk in de toekomst te verbeteren. Het grootste verschil is dat de reflectie bij Feedback Mark I vanuit de docent aan de student wordt opgelegd, waar bij Feedback Mark II de student 'de baas' is over zijn eigen leerproces en daar zijn eigen verantwoordelijkheid en leiding over neemt, gebruik makend van de hiervoor beschikbaar gestelde faciliteiten. Bij Feedback Mark II is het dus van belang dat de studenten zelf (1) gaan *herkennen* wat zij

kunnen verbeteren, (2) een manier bedenken om hun werkwijze te *corrigeren* en (3) een manier hebben om te *controleren* of zij vooruitgang hebben gemaakt, in plaats van dat dit door de docent wordt verteld zoals bij Feedback Mark I..

We bespreken hieronder hoe de twee besproken Feedback Mark modellen terugkomen in de structuur van het practicum. Vervolgens bespreken we hoe de feedback modellen terugkomen in de ontwikkelde werkwijzen om te onderzoeken hoe de studenten het beste begeleid kunnen worden om hen te leren zelfstandig de leercyclus van Kolb te doorlopen.

4 Structuur practicum

Bron: Handleiding Natuurkunde Practicum 1[2]

Om de studenten te helpen de vaardigheden van zelfstandig, doelmatig en planmatig werken te ontwikkelen, biedt de opzet van het practicum een structuur aangeboden die zij kunnen volgen om het experiment uit te voeren. Deze structuur bestaat uit een grove planning van de dagdelen, een voorbeeld is te zien in tabel 1.

Dagdeel	Structuur uit Handleiding	Extra structuur door assistent
1	Verkennde metingen en verkennen theorie + werkplan bespreking aan het einde van de dag.	Bespreken theorie + analyseren verkennende metingen + bespreken werkplan
2	Metingen	-
3	Metingen	-
4	analyseren	bespreken resultaten + formuleren conclusie
5	-	Bespreken van verslag

Na het uitvoeren van het experiment moet de student een verslag schrijven van het onderzoek. In de handleiding worden richtlijnen weergegeven voor het schrijven van een verslag en de assistenten bespreken deze richtlijnen van tevoren met de studenten. De assistent geeft uitgebreid commentaar op het verslag en bespreekt dit commentaar individueel met de student. De assistent probeert een open sfeer te creëren; de sfeer is afhankelijk van de didactische kwaliteiten van de assistent. Het schriftelijke commentaar die de assistent geeft op het verslag past in het Feedback Mark I model. De individuele bespreking daarentegen, past beter bij Mark II. Het is de bedoeling dat de student dit commentaar gebruikt bij het uitvoeren van het volgende experiment. Er wordt verwacht dat de student zichzelf kan verbeteren met het commentaar op het verslag en de problemen waartegen deze aanloopt tijdens het experimenteren. De student heeft de mogelijkheid om assistenten hierbij om hulp te vragen. Tijdens het experimenteren worden de studenten heel vrij gelaten en worden aangesproken op hun eigen verantwoordelijkheid het experiment met succes uit te voeren. Deze houding van begeleiding door de assistenten van het practicum past in het

Feedback Mark II model. De student moet dus een zeker (zelf) reflectief vermogen hebben. Zoals beschreven in paragraaf 2 speelt het reflectief vermogen een grote rol in het aanleren van zowel vakinhoudelijke als niet- vakinhoudelijke kennis en vaardigheden.

Het blijkt dat eerstejaars studenten er moeite mee hebben om op hun eigen reflectie vermogen te vertrouwen aangezien zij gewend zijn dat het 'wordt verteld' wat zij wel en niet goed doen. In dit onderzoek worden 3 methoden vergeleken om de student te helpen dit reflectief vermogen te ontwikkelen. Dit gaat om (zelf) reflectie op zowel een vakinhoudelijk als niet-vak inhoudelijk leerproces.

5 Werkwijzen

Vanaf jongs af aan leer je vaardigheden door tegen problemen aan te lopen. Sommige vaardigheden ontwikkelen zich dus zonder dat je je daar bewust van hoeft te zijn. Aan de hand van onderstaande werkwijzen wordt geprobeerd de vaardigheden zelfstandig, planmatig en doelmatig werken in een actieve leervorm aan te bieden. Er is onderzocht of het aanbieden van een actieve leervorm om deze vaardigheden te ontwikkelen effectief is om het reflectievermogen van eerste jaars studenten te verbeteren. De werkwijze is effectief wanneer met een niet te grote tijdinvestering een vooruitgang in de bovengenoemde vaardigheden kan worden bereikt. De tijdinvestering is voor de student niet te groot wanneer deze binnen de tijd die staat voor het totaal te behalen studiepunten valt en voor de docent wanneer deze niet meer tijd besteedt dan waarvoor deze is aangesteld. De verschillende methoden zijn achtereenvolgens bij **dezelde** groep studenten uitgevoerd.

De methoden zijn ontwikkeld met als doel de student te ondersteunen bij het (1) *herkennen* van een mogelijkheid om zichzelf te verbeteren, (2) het *corrigeren* van een eerdere aanpak en (3) het *controleren* van een toekomstig resultaat.

5.1 Werkwijze 1

Bij de eerste werkwijze wordt er aan de studenten gevraagd of zij in 3 tot 4 kernpunten kunnen verwoorden wat zij op dat moment hebben gedaan en wat zij kunnen doen om zichzelf te verbeteren en wat de vervolgstap is in het onderzoek dat ze aan het uitvoeren zijn. Er wordt onduidelijk gelaten waar zij zichzelf aan moeten toetsen, in overeenstemming met Feedback Mark II. Er wordt hen gevraagd het zo op te schrijven zodat als de studenten de volgende keer op het practicum komen, ze na het lezen van hun kernpunten, precies weten wat hun volgende stap is. Dit wordt de student na elk dagdeel gevraagd gedurende 1 introductie experiment.

Het doel van deze werkwijze is om te toetsen of de student met zo min mogelijk sturing kan aangeven op welk punt hij/zij in het **leerproces** (vakinhoudelijk of niet-vakinhoudelijk), zoals beschreven in 2, is. De docenten en assistenten stellen vast dat de studenten inderdaad leren volgens de cyclus van Kolb, zonder dat de leercyclus aan de studenten is gepresenteerd en uitgelegd. Er wordt aangenomen dat de student tijdens het experiment kan *herkennen*

Wat heb je gedaan/geleerd?	Wat is je volgende stap? Wat wil je verbeteren?
UR, UI en PR formule bepaald voor een schakeling met 2 weerstanden in serie	Meting uitvoeren met weerstanden tussen 0 en 300 ohm
Grafieken geschets van deze schakeling	Vergelijken van resultaten met de verwachte grafieken door middel van een fit aan de gevonden formules
Oriënterende experimenten om te bepalen binnen welk bereik de metingen moeten worden uitgevoerd, namelijk R tussen 0 en 300 ohm	

Tabel 1: Voorbeeld Werkwijze 1: Spanningen en stromen

wat hij/zij moet doen om een volgende stap in de leercyclus te maken en er wordt getoetst of de student zichzelf kan corrigeren.

Om de student op weg te helpen, is er bij het introductie experiment Spanningen en stromen een voorbeeld gegeven van een mogelijk antwoord op de gestelde vragen, zie Tabel 5.1. Dit voorbeeld is gegeven, nadat de studenten de vragen eerst zelf hebben beantwoord.

Deze werkwijze past zowel binnen Feedback Mark I als Mark II. Door het geven van het voorbeeld, geeft de docent richting aan het leerproces van de student en wordt er geen dialoog aangegaan tussen student en docent, wat past bij Mark I. Aan de andere kant wordt de student expliciet gevraagd om te formuleren wat de student zelf wil verbeteren en wat zijn volgende stap is in het onderzoek, wat beter past bij Mark II.

5.2 Werkwijze 2

De 2e werkwijze werd uitgevoerd gelijktijdig met het opstellen van het werkplan. Voorafgaand aan de te beantwoorden vragen voor het werkplan, moesten de studenten een aantal reflectievragen beantwoorden. Hierbij werd hen gevraagd te reflecteren op het voorafgaande experiment. De vragen die de studenten moesten beantwoorden staan weergegeven in Tabel 2.

Daarbij werd hen gevraagd een concrete planning te maken voor de dagdelen die zij hadden. Aan de hand van deze planning werd getoetst hoe concreet zij een onderzoeksproces voor ogen hadden. De antwoorden op de vragen moesten op Blackboard worden ingeleverd.

Deze werkwijze laat de student heel vrij om zelf te bepalen waar hij vooruitgang in wil maken, ook wordt er van de student verwacht zelf met een plan te komen om zichzelf te verbeteren. Dit past bij het Feedback Mark II model van Boud, zoals beschreven in paragraaf 3. Er is bij deze werkwijze echter weinig interactie tussen de docent en de

Reflectie

- Wat wilde je tijdens experiment 2 verbeteren ten opzichte van experiment 1?
- Is dat gelukt? En wat heb je anders gedaan?
- Wat wil je nu, bij experiment 3, beter doen ten opzichte van experiment 2?
- Hoe ga je dat aanpakken?

Na de eerste meting

- Welke problemen kom je tegen en hoe zou je deze kunne oplossen?

Tabel 2: Reflectievragen na afloop van het experiment en gelijktijdig met het opstellen van het werkplan van het volgende experiment.

student.

Bij deze werkwijze vindt de reflectie dus slechts plaats na afloop van het experiment en niet tijdens het experiment zoals bij methode 1. Net als Methode 1, wordt er bij Methode 2 getoetst in welke mate de student zelf een verbeterpunt kan aanwijzen en hoe duidelijk hij voor ogen heeft om zichzelf hierin te verbeteren. Er wordt verwacht dat de studenten na afloop van het experiment een beter overzicht hebben van welke problemen zij tijdens het experiment tegenkwamen en hoe zij zichzelf en het onderzoeksproces kunnen verbeteren.

5.3 Werkwijze 3

De derde werkwijze is de meest intensieve werkwijze voor de assistent. Bij deze werkwijze voeren de student en assistent een discussie waarbij zij tot een concrete planning voor het volgende experiment komen. Ook formuleren zij wat de student kan verbeteren ten opzichte van het voorafgaande experiment. De vragen van Werkwijze 2 worden gebruikt als leidraad in de discussie. Aan de hand van dit gesprek wordt een plan gemaakt hoe de student de door henzelf aangegeven verbeterpunten kan verbeteren. In de planning wordt aangegeven op welke tijdstippen de student zijn resultaten met de assistent te willen bespreken. Anders van bij Werkwijze 1 en 2 is er bij Werkwijze 3 veel interactie tussen de student en de docent. Deze werkwijze is daarom meer afhankelijk van de kwaliteiten van de docent. Wel is de student bij deze methode zijn 'eigen baas' over zijn leerproces en gebruikt de interactie met de docent als klankbord om zijn planning en plan van aanpak om zichzelf te verbeteren te optimaliseren, wat past bij Feedback Mark II.

5.4 Werkwijze 4

Werkwijze 4 is een werkwijze die alleen wordt toegepast op het schrijven van het verslag. Zoals beschreven in Paragraaf 4, wordt er schriftelijk feedback gegeven op de ingeleverde verslagen en wordt deze feedback vervolgens mondeling met de student besproken. Op deze manier is er veel interactie tussen docent en student en wordt er direct feedback gegeven op het geschreven verslag. De docent zal proberen de student te laten inzien waarom bepaalde delen in het verslag sterk zijn en andere delen minder sterk. De 4e werkwijze heeft als doel de discussie over wat een verslag goed maakt en wat een verslag minder goed maakt aan te moedigen. De 4e werkwijze bestaat uit een extra opdracht die los staat van de experimenten van het practicum. Er wordt aan de studenten gevraagd een door de assistent geselecteerd paper te lezen en hier een aantal vragen over te beantwoorden. De vragen zijn weergegeven in Appendix E. In dit onderzoek is er gekozen om een PNAS paper van J. van Mameren et al. (2009)[5] te gebruiken. Dit paper heeft een andere structuur dan aan de studenten wordt geleerd te schrijven tijdens het practicum. Ook is er in dit paper veel aandacht besteed om uit te leggen waarom dit paper een belangrijke bijdrage levert aan de wetenschap en wordt het onderzoek duidelijk in context geplaatst. Aan de hand van de vragen uit Appendix E wordt een discussie over wat een paper een goed paper maakt aangemoedigd. Nadat de studenten thuis de vragen hebben gemaakt en ingeleverd hebben op blackboard wordt er klassikaal een discussie gevoerd over de structuur en leesbaarheid van het paper en waarom dit paper in een prestigieus tijdschrift als PNAS kan verschijnen. Na de discussie wordt er terug gekoppeld naar de manier waarop de studenten hun eigen verslag schrijven en wordt hen gevraagd uit te leggen wat zij wel en niet willen overnemen van de manier van schrijven van het paper.

6 Resultaten

Tijdens het Natuurkunde practicum 1 zijn de reacties van de studenten op boven genoemde werkwijzen verzameld. Enkele casussen staan uitgewerkt in Appendix A. Hieronder worden de resultaten per Werkwijze besproken.

6.1 Werkwijze 1

Een aantal voorbeelden van antwoorden bij Werkwijze 1 is weergegeven in tabel 6.1. De antwoorden van de studenten zijn weinig concreet. De studenten zijn niet concreter dan de grove planning die staat weergegeven in de Handleiding voor Natuurkunde practicum. Twee mogelijke oorzaken zijn: (1) De vragen bij deze methode zijn onduidelijk waardoor de student niet weet wat er van hem wordt verwacht of (2) de student vindt het moeilijk om te *herkennen* op welk punt in de leercyclus van Kolb hij zich bevindt en hoe hij zichzelf kan *corrigeren*. Na het geven van het voorbeeld, werden de antwoorden echter niet concreter. Ook was er slechts een klein groepje studenten die de opdracht uitvoerden. De studenten

Wat heb je gedaan/ geleerd?	Wat is je volgende stap? Wat wil je verbeteren?
'Theorie gelezen'	'beter de theorie lezen'
'Met Origin leren werken'	'Ik wil mij beter concentreren'
'metingen gedaan'	'meer metingen doen'

Tabel 3: resultaten methode 1

die de opdracht uitvoerden waren over het algemeen studenten die een bovengemiddeld gedisciplineerde indruk maakten. Dit wijst erop dat de opdracht niet duidelijk genoeg was voor de studenten en kan er worden geconcludeerd dat Werkwijze 1 geen bijdrage levert aan het actief verbeteren van het reflectievermogen van de studenten. Er wordt geconcludeerd dat de studenten meer sturing nodig hebben om hen te helpen laten *herkennen* wat zij moeten verbeteren. !!

We concluderen dat deze werkwijze niet goed werkt voor 1e jaars natuurkunde studenten. Aangezien de studenten vanuit de middelbare school gewend zijn vooral te reproduceren wat een docent hen vertelt, zien zij het nut van deze tijdbesparende werkwijze niet duidelijk in. Zij voelen zich niet comfortabel om zelf aan te geven wat zij moeten verbeteren. Eventueel is het mogelijk om deze werkwijze te gebruiken bij studenten die verder in hun academische ontwikkeling zijn, bijvoorbeeld tijdens het Bachelorsproject. Er wordt verwacht dat studenten steeds minder begeleiding nodig hebben om te *herkennen* wat de volgende stap is die de student moet maken in het onderzoeksproces.

6.2 Werkwijze 2

Een selectie van de antwoorden op de reflectievragen van Werkwijze 2 is weergegeven in Appendix B. De antwoorden waaruit blijkt dat er weinig aandacht is besteed aan het beantwoorden van de vragen zijn hieruit weggelaten. Ook zijn antwoorden die erg op elkaar lijken weggelaten. Het blijkt dat de studenten niet erg specifiek wanneer zij opschrijven *wat* zij willen verbeteren. Studenten gaven overwegend aan dat zij bij het voorafgaande experiment moeite hadden met plannen. Ook gaven zij aan niet genoeg de theorie te hebben begrepen voordat zij aan het experiment begonnen. Hieruit blijkt dat de studenten het moeilijk vinden om te *herkennen* wat er precies verbeterd kan worden. Ook blijken de studenten het lastig te vinden om concreet te formuleren *hoe* zij zichzelf willen verbeteren. We onderscheiden 2 soorten antwoorden op de vraag *hoe* zij zichzelf willen verbeteren. Aan de ene kant passief verbeteren: Dit houdt in dat de student geen duidelijke verandering in zijn gedrag aangeeft, maar dat de student het nu 'gewoon wel goed wil doen'. Er wordt echter niet aangegeven, *hoe* hij dit gaat aanpakken. Antwoorden die in deze categorie vallen zijn bijvoorbeeld, 'de theorie beter lezen', 'beter plannen', 'beter meten'. Aan de andere kant actief verbeteren: Dit houdt in dat de student een concreet plan heeft geformuleerd om zichzelf te verbeteren. Antwoorden in deze categorie zijn bijvoorbeeld, 'aan het einde

van elk dagdeel kort samenvatten wat ik heb gedaan', 'meer tijd nemen voor het analyseren van de data', 'vr het meten de meetfouten bepalen'. De grootste deel van de antwoorden die worden gegeven bij Methode 2 vallen in de eerste categorie. De studenten vinden het blijkbaar moeilijk om een duidelijk plan op te stellen om zichzelf of het onderzoeksproces te verbeteren. Ook blijkt dat de studenten in bijna alle gevallen na afloop van het experiment opschrijven dat zij zichzelf inderdaad hebben verbeterd. Ze geven hierbij geen voorbeeld of onderbouwing. De assistenten zien over het algemeen een minder duidelijkere vooruitgang.

Leerling A heeft bij deze methode aangegeven dat hij 'de theorie beter wil begrijpen en eerder wil beginnen met meten'. Na afloop van het experiment geeft hij aan dat hij de theorie nu inderdaad gedurende het experiment beter is gaan begrijpen. Leerling A geeft echt geen onderbouwing hoe hij dat heeft aangepakt of waar dit uit blijkt. Het is mogelijk dat Leerling A inderdaad zorgvuldiger de theorie heeft bestudeerd en hierdoor een beter overzicht had van zijn experiment. Het is echter ook mogelijk dat dit voor hem een makkelijker onderwerp was dan het vorige experiment, of dat een assistent hem meer geholpen heeft. Wel blijkt dat Leerling A zich bewust is dat hij op 1 van de 4 stations van de leercyclus van Kolb vastloopt en dat hij daardoor niet optimaal kan leren. Leerling A geeft verder nog steeds als verbeterpunt dat hij 'meer tijd wil vrijmaken' voor het experiment. Blijkbaar heeft hij zichzelf dus niet kunnen verbeteren om beter te plannen tijdens het experimenteren. Leerling A geeft weer aan dat hij dit wil verbeteren door 'gewoon meer tijd eraan te besteden'. Hij geeft niet aan hoe hij zijn tijd tijdens het volgende experiment wil indelen.

In vergelijking met Werkwijze 1, zijn de studenten met deze methode beter in staat om verbeterpunten voor henzelf of het onderzoeksproces aan te wijzen. Nog steeds blijkt het lastig voor de studenten om te bedenken wat zij moeten *corrigeren* om dit ook daadwerkelijk te verbeteren. Het valt de assistenten op dat de studenten die de reflectievragen serieus nemen er tijdens het experiment meer overnadenken hoe zij zichzelf kunnen verbeteren. Een voorbeeld hiervan is gegeven in Appendix C. Het merendeel van de studenten lijkt echter weinig tijd te besteden aan de reflectievragen en vraagt tijdens het experimenteren weinig feedback. Voor het grootste deel van de studenten lijkt deze werkwijze niet erg effectief en kost het daarom relatief veel tijd.

6.3 Werkwijze 3

Bij Werkwijze 2 werd er door de studenten weinig concreet een plan van aanpak geformuleerd om zichzelf te verbeteren. Het doel van het gesprek is om de student te begeleiden bij het formuleren van een plan van aanpak om zichzelf of het onderzoeksproces te verbeteren. De discussies met de studenten verschillen sterk tussen de verschillende studenten. De meeste studenten beginnen het gesprek met te herhalen wat zij hebben opgeschreven bij de vragen van Werkwijze 2. Wanneer de student een passief antwoord zoals 'het gewoon beter doen' geeft, begeleidt de assistent bij het formuleren van een concreet plan van aanpak. Wanneer de student aangeeft dat hij beter wil plannen tijdens het komende experiment,

kunnen de student en de assistent samen een gedetailleerde planning opstellen, inclusief de momenten waarop de studenten de resultaten bespreken met de assistent. Een gedetailleerde planning die afgesteld is op het experiment geeft veel extra structuur en overzicht van het experiment aan de studenten. Wanneer de student aangeeft de theorie beter te willen begrijpen voordat hij gaat meten, kunnen de student en de assistent samen een lijst maken van kennis die nodig is om de onderzoeksvraag te beantwoorden, vervolgens worden er momenten ingepland om de theorie met de student door te nemen. Het voordeel is dat de assistent in zijn eigen tijdsplanning rekening kan houden met de momenten waarop de studenten begeleiding nodig hebben en zo de aandacht beter over de studenten kan verdelen. Een nadeel van deze methode is dat het erg veel tijd vraagt van de assistent in de beginfase van het experiment. Deze tijd wordt echter terug gewonnen, aangezien het blijkt dat de studenten met deze duidelijke start zelfstandiger kunnen werken gedurende het experiment.

De assistent kan de studenten begeleiden door sturende vragen te stellen, wat past bij Feedback Mark II. Bij de examencursussen van Stichting Studiebegeleiding Leiden wordt de aanpak van sturende vragen stellen veel gebruikt. De leerlingen van de examencursus zijn erg positief over deze aanpak en geven na afloop van de cursus aan dat zij door deze aanpak probleemoplossend leren denken. Echter, de studenten van het practicum zijn veel minder enthousiast over deze aanpak en vinden de aanpak soms zelfs vervelend. Mijn vermoeden is dat dit te verschil te maken heel met de motivatie van de student om een probleem zelf te kunnen oplossen. De leerlingen van de examencursus weten dat zij op zeer korte termijn zelf hun eindexamen moeten maken en zien daarom de urgentie van het leren opgaben zelfstandig op te lossen. Ik verwacht dat het voor eerstejaars studenten minder duidelijk is hoe zij de vaardigheden die zij bij het practicum leren kunnen toepassen. In Appendix D zijn 2 casussen uitgewerkt van gesprekken die zijn gevoerd tussen de assistent en student bij werkwijze 3.

Leerling A uit Appendix A is in het gesprek met de assistent erg afwachtend en heeft moeite om aan te geven *hoe* hij zijn verbeterpunt wil gaan aanpakken. Wel zetten de vragen die aan hem gesteld worden tijdens het gesprek hem aan het denken en weet hij met moeite antwoorden te formuleren op de vragen die hem gesteld worden. Leerling A geeft uiteindelijk aan dat hij het schrijven van het verslag niet helemaal tot het einde wilt uitstellen en dat hij sommige delen van het verslag al eerder kan schrijven. Hij geeft aan wanneer hij welk deel van het verslag op papier gaat zetten.

6.4 Werkwijze 4

Er was aan de studenten gevraagd een aantal vragen te beantwoorden over een van tevoren door de assistent geselecteerd paper. Vervolgens werden deze vragen klassikaal besproken en werd er geprobeerd een discussie op gang te brengen over wat een paper goed of minder goed maakt. Voor de meeste studenten was het de eerste keer dat zij een wetenschappelijk paper lezen. De studenten hadden geen moeite de structuur van het paper te herkennen.

Ook wisten veel studenten in grove lijnen aan te geven waar het paper over ging door alleen de titel, de inleiding en figuur bijschriften te lezen. Een paar studenten wisten zelfs alle figuren echt goed te begrijpen en konden tijdens de klassikale discussie het verhaal dat het paper vertelt vertellen. De meesten studenten hadden hier echter nog moeite mee. De studenten vonden het lastig om aan te geven waarom dit paper een belangrijke bijdrage aan de wetenschap is. Dat is interessant, aangezien de studenten zelf ook vaak feedback kregen op hun verslag om te onderbouwen waarom zij een bepaald onderzoek uitvoerden en waarom hun verslag de moeite waard is om te lezen. Na het zien van het voorbeeld van het PNAS artikel, was er weinig verbetering te zien in de opbouw van het onderzoek in de volgende verslagen. Natuurlijk moet in het achterhoofd worden gehouden dat de studenten geen introductie hebben gehad in het onderzoeksveld waar dit paper onder valt. Het is mogelijk dat tijdens het geven van deze opdracht niet genoeg is duidelijk gemaakt wat het doel van de opdracht is. De studenten gaven echter wel aan dat zij het een leuke opdracht vonden. In een volgend experiment is het belangrijk dat aan de studenten wordt duidelijk gemaakt waarom het nuttig is om een paper te lezen. Natuurlijk kan aan hen worden verteld, dat zij over een aantal jaar zelf een paper voor een wetenschappelijk tijdschrift moeten schrijven en dat het daarom verstandig is om zo vroeg mogelijk te oefenen met de manier waarop deze papers worden geschreven. Ook is het belangrijk om extra te benadrukken wat het doel is van het schrijven van een paper, namelijk het overbrengen van de conclusie en de relevantie van het onderzoek op zo duidelijk en leesbaar mogelijke manier. Het is niet evident wat de beste manier is om dat te doen. Tijdens het practicum wordt er een structuur besproken die veel wordt gebruikt. De studenten zijn gewend van de middelbare school om te reproduceren wat de leraar hen vertelt dat ze moeten doen. De studenten moeten nu leren dat zij zelf mogen oordelen over wat zij zelf de beste manier vinden om hun boodschap over te brengen. Uit deze werkwijze blijkt dus weer dat studenten het lastig vinden om hun eigen werk te beoordelen en te herkennen wat zij kunnen verbeteren.

7 Discussie en Conclusie

Op de meeste middelbare scholen wordt van de studenten vooral verwacht dat zij kennis die wordt onderwezen in de lessen kunnen reproduceren op toetsen. De docent vertelt hen wat zij moeten doen en als zij de opdracht hebben uitgevoerd wordt het verteld of dat goed is of niet. Tijdens het eerstejaars practicum wordt van de studenten gevraagd zelfstandig een experiment uit te voeren. Voor dit experiment krijgen zij een opstelling toegewezen, maar zijn zij verder vrij in de keuze van de onderzoeksvraag en de methode die zij willen gebruiken deze onderzoeksvraag te beantwoorden. Dit is meestal meer vrijheid dan de meeste studenten gewend zijn van de middelbare school. Een belangrijk onderdeel van het practicum is dat de studenten academische vaardigheden aanleren, bijvoorbeeld zelfstandig te leren en te werken. Volgens Kolb heeft een student iets geleerd als hij de gehele leercyclus

zoals beschreven in paragraaf 2 heeft doorlopen. Een student moet dus leren de cyclus van Kolb zelfstandig te doorlopen. In dit onderzoek zijn 4 werkwijzen gebruikt om studenten te leren (1) *herkennen* wat zij kunnen verbeteren, (2) dit te *corrigeren* en (3) te *controleren* of hun vakinhoudelijke, of niet-vakinhoudelijke vaardigheid is verbeterd. Om te onderzoeken welke werkwijze een bijdrage levert aan het ontwikkelen van de academische vaardigheden van de student, moet er een afweging worden gemaakt tussen de vooruitgang van de student naar aanleiding van de opdracht en de tijd die zowel student als assistent aan de opdracht kwijt zijn. De eerste werkwijze kost voor zowel student als assistent het minste tijd. De vragen die bij werkwijze 1 horen worden beantwoord tijdens het experiment. De studenten waren aan de hand van de vragen van werkwijze 1 echter niet in staat concrete verbeterpunten te formuleren met betrekking op hun onderzoek. Uit de antwoorden van de studenten op de vragen van Werkwijze 1 blijkt dat de studenten het moeilijk vinden om hun eigen werk te beoordelen en te herkennen wat zij kunnen verbeteren. Ook was er geen vooruitgang in de aanpak van experimenteren waar te nemen door de assistenten. Om te leren reflecteren hebben eerstejaars studenten dus meer sturing nodig dan bij werkwijze 1 wordt aangeboden om te leren *herkennen*, *corrigeren* en *controleren*. Eventueel kan deze werkwijze wel bijdragen aan de ontwikkeling van academische vaardigheden wanneer studenten verder zijn in hun ontwikkeling. Dit kan bijvoorbeeld worden getoetst door dezelfde werkwijze toe te passen tijdens het Bachelorproject.

De tweede werkwijze werd uitgevoerd na afloop van elk experiment. Bij deze werkwijze wordt een grote mate van zelfstandigheid verwacht zoals bij Feedback Mark II. Met behulp van deze werkwijze waren de studenten wel in staat duidelijke verbeterpunten te formuleren, waarschijnlijk omdat de studenten een beter overzicht hadden van hun eigen werk na afloop van het experiment. Dit waren meestal 'beter plannen' of 'beter de theorie begrijpen voordat ik ga meten'. De studenten hadden er echter moeite mee om te formuleren *hoe* zij dit gingen verbeteren. De antwoorden die de studenten opschreven waren vaak van de aard om 'het gewoon beter te doen'. Deze werkwijze kost weinig tijd aangezien de vragen tegelijk met het opstellen van het werkplan van het volgende experiment worden ingevuld. Ondanks dat met deze werkwijze de studenten nog geen concreet plan van aanpak hebben om zichzelf te verbeteren, worden de studenten met deze werkwijze wel aangemoedigd om over hun eigen leerproces na te denken. Ook wordt het voor de studenten duidelijk dat zijzelf een grote rol spelen in wat zij leren en hoe zij zichzelf ontwikkelen tot een academicus. Zij leren dat de docent er niet is om hen te 'vertellen wat ze moeten doen', maar om hen te begeleiden en adviseren in hun *eigen* leerproces. Deze werkwijze kan worden geoptimaliseerd door eenmaal klassikaal aandacht te besteden aan het doel van het invullen van reflectievragen, zodat de studenten meer gemotiveerd zijn voor het leren van zowel vakinhoudelijke als niet-vakinhoudelijke vaardigheden, net als bij de examencursussen van SSL. In deze klassikale uitleg kan worden verteld dat iedere student op een andere manier leert en dat docenten tijdens het practicum daarom een adviserende rol aannemen in plaats van dat zij vertellen 'hoe het moet'. Daarbij kan er worden aangegeven dat de student zelf verantwoordelijk is om gebruik te maken van dit advies. De reflectievragen

bieden structuur om bij te houden hoe de student heeft *herkent* wat hij wilde verbeteren, hoe hij zijn aanpak heeft *gecorrigeerd* en uiteindelijk heeft *gecontroleerd* of deze aanpak inderdaad zijn prestatie heeft verbeterd.

De derde werkwijze is de meest intensieve methode voor zowel student als docent en komt overeen met Feedback Mark II van Boud waarbij de assistent extra sturing geeft bij het formuleren van verbeterpunten strategien om zichzelf te verbeteren. Soms hoeft de assistent alleen maar bevestiging te bieden dat de student goed zijn eigen verbeterpunt heeft *herkend* en *gecorrigeerd*. Doordat in een gesprek een gedetailleerd plan van aanpak wordt gemaakt om ervoor te zorgen dat de student zichzelf kan verbeteren, is er bij deze werkwijze te zien dat de student vooruit gaat in zijn academische vaardigheden. Het kost echter te veel tijd om een goede discussie te voeren met alle studenten, waardoor het voor de assistent lastig wordt om alle studenten even goed te begeleiden. Een groot voordeel van Werkwijze 3 is dat de studenten die de kans hebben gekregen om met de assistent een gedetailleerd plan van aanpak te maken, veel leren van de manier waarop het plan van aanpak wordt opgesteld. De verwachting is dat de studenten elkaar hier later ook in kunnen helpen. Dit is niet getoets, aangezien de 3e werkwijze alleen bij het laatste experiment van het natuurkunde practicum is uitgevoerd. Om deze werkwijze minder tijd te laten kosten, zouden enkele verbeterpunten van studenten klassikaal besproken kunnen worden. Ook zou een assistent, vaak een promovendus, kunnen vertellen wat zijn eerste stappen zijn als hij aan een nieuw experiment begint. Dit is een voorbeeld van een methode die het past in het Feedback Mark I model, omdat de assistenten hier een voorbeeld positie innemen. Het is belangrijk om hierbij duidelijk te maken dat de methode van een assistent niet per se de beste methode is voor iedereen en dat elke student zijn eigen methode moet optimaliseren. Om dit te doen worden zij door de assistenten begeleid.

Het uitvoeren van de 4e werkwijze heeft laten zien dat de meeste eerstejaars studenten moeite hadden een door de docent geselecteerd paper direct in detail te begrijpen. Aan de hand van een klassikale discussie, kwamen de studenten gezamenlijk tot de essentie van het paper. Vanwege de beperkte ruimte in een tijdschrift, wordt vaak jarenlang onderzoek in een zeer beperkt aantal woorden opgeschreven. Hierdoor is de informatie dichtheid van een wetenschappelijk paper erg hoog en moet een student leren hoe deze zo een paper moet lezen. Er wordt verwacht het weinig uitmaakt of een eerstejaars of een derdejaars student voor het eerst een paper leest, zolang zij de fysica die wordt gebruikt in het paper begrijpen. Het gaat erom dat de student oefent om wetenschappelijke papers te lezen. Zolang papers op de juiste manier worden geselecteerd, kunnen eerstejaars studenten met geen enkel probleem daar vast mee beginnen. De studenten werden door werkwijze 4 bewust van de verschillen tussen een paper in een geronomeerd tijdschrift en hun eigen parcticum verslagen, waardoor het als een goede oefening dient om te leren *herkennen*.

Sammenvattend, kan er worden opgemerkt dat een deel van de studenten het erg lastig vindt om zelfstandig te reflecteren. Een ander deel heeft een klein beetje sturing nodig om een concreet verbeterpunt te formuleren en een manier om zichzelf te corrigeren. Wanneer de studenten zelfstandig hebben gereflecteerd, wordt er vaak om bevestiging gevraagd van

de assistent. Dit duidt erop dat studenten zich het meest comfortabel voelen bij Feedback Mark I. Ik denk dat een werkwijze die het meeste bij Feedback Mark II met een beetje extra sturing van de assistent de beste manier is om de studenten uit te dagen om zelfstandig op hun eigen werk te reflecteren en eventueel het proces van reflecteren te versnellen.

A Casus Student A

Casus 1

Student A is 15 jaar en is eerstejaars natuurkunde student. Vanwege zijn goede resultaten op school heeft hij klassen mogen overslaan. Tijdens het practicum neemt hij een afwachtende houding aan. Ook in de interactie met de assistent neemt hij een passieve houding aan. De studenten krijgen de opdracht na het eerste introductie experiment om de vragen van methode 1 te beantwoorden en met een assistent te bespreken. Als ze dat hebben gedaan mogen ze hun spullen pakken en naar huis gaan. Student A komt niet langs een assistent om zijn punten te bespreken.

Het eerste meetverslag van Student A is onvoldoende. Tijdens het 2e introductie experiment is hij te weinig aanwezig geweest om een verslag van het experiment te schrijven. Student A levert wel een verslag in op basis van andermans resultaten. Er wordt met Student A besproken dat dat niet de bedoeling is en we bespreken hoe hij de gemiste dagdelen gaat inhalen. Er wordt de studenten verteld dat we verwachten alle feedback op de verslagen in het volgende verslag te verwerken.

Voorafgaand aan het eerste experiment is aan alle studenten gevraagd om de voorbereidende theorie te lezen en met een assistent te bespreken. Het initiatief om de theorie met Student A te bespreken moet worden genomen door de assistent. In het gesprek blijkt dat Student A de theorie heeft gelezen en dat hij goed weet te reproduceren wat hij heeft gelezen. In het gesprek proberen we dieper op de stof in te gaan om grafieken en formules in de gelezen literatuur echt tot in detail te begrijpen. Student A heeft hier niet direct een antwoord op en lijkt het ongemakkelijk te vinden om hiermee geconfronteerd te worden. Met een paar leidende vragen van de assistent komt Student A snel tot een beter begrip van de stof. Hij lijkt er plezier in te hebben nu te begrijpen waar hij eerst niet direct een antwoord op wist.

Aan het einde van experiment 1 wordt aan de studenten gevraagd de reflectievragen van methode 2 te beantwoorden. Hoewel Student A dit na de deadline inlevert, heeft hij elke vraag nu netjes ingevuld. Student A geeft hier aan dat 'het even duurde voordat hij erachter kwam hoe het allemaal zat' en dat hij 'het grootste gedeelte van het experiment niet helemaal bewust was van waar hij mee bezig was'. Verder geeft Student A aan dat hij bij het volgende experiment 'meer wil inlezen en zich beter wil voorbereiden'. Het verslag dat Student A van het eerste experiment inlevert is erg slordig. Hij heeft de feedback op zijn eerdere verslag niet verwerkt. Wel is de "discussie" van zijn verslag goed geschreven en

geeft hij suggesties voor vervolg onderzoek. Hij krijgt een 5 voor zijn verslag.

Voorafgaand aan experiment 2 beantwoorden de studenten enkele reflectievragen bij het opstellen van het werkplan. Student A heeft deze vragen op tijd ingeleverd. Hij geeft aan dat hij 'de theorie beter wil beheersen en eerder wil beginnen met meten'. Verder is er de studenten gevraagd een planning en taakverdeling te maken voor de komende dagen. Student A geeft dezelfde planning die staat aangegeven in de Handleiding. De taakverdeling is dat 'Valtijn vooral kijkt en Student A afleest en opschrijft'.

Naar aanleiding van de houding van Student A tijdens de introductie experimenten en het eerste experiment wordt besloten dat het noodzakelijk is om met Student A te bespreken dat hij op de manier hoe hij nu te werk gaat het practicum niet met een voldoende kan afsluiten. Tijdens dit gesprek geeft Student A aan te begrijpen dat hij niet op een goede manier te werk gaat en zegt zijn houding te verbeteren. Student A gaat niet in discussie met de assistent.

Tijdens het tweede experiment werkt Student A veel zorgvuldiger aan het experiment. Helaas had hij de pech dat zijn opstelling door een ander groepje per ongeluk was veranderd, waardoor zij bepaalde metingen niet meer konden gebruiken. Samen met zijn partner heeft hij dat zeer goed aangepakt. Na afloop van het experiment geeft Student A aan dat 'de theorie in het begin nog vaag was, maar dat het allemaal duidelijker werd naarmate ze vorderden'. Hij geeft aan bij zijn volgende experiment 'meer tijd te willen nemen'. (Voorafgaand aan het experiment had hij al aangegeven problemen te hebben met plannen. Dit heeft hij dus niet uit zichzelf kunnen verbeteren). Het verslag dat Student A naar aanleiding van experiment 2 inlevert is weer onvoldoende. Het is slordig en hij schrijft in spreektaal.

Weer worden er voorafgaand aan experiment 3 reflectievragen ingeleverd. Bij dit experiment zullen de reflectievragen individueel met de studenten worden besproken met een assistent. Student A heeft zijn werkplan en reflectievragen weer netjes en op tijd ingeleverd. Student A geeft aan vooruit te zijn gegaan met zich inlezen op de theorie. Hij begreep de theorie van experiment 2 beter dan van experiment 1 voordat hij aan metingen begon, daardoor heeft hij betere metingen kunnen doen. Verder geeft Student A aan meer tijd te willen besteden aan het schrijven van het verslag. De planning die Student A heeft gemaakt om de dagdelen in te delen, is weer geheel hetzelfde als in de Handleiding. Als taakverdeling geeft Student A aan alles samen met zijn partner te doen.

In het gesprek met mij vraag ik aan Student A hoe hij ervoor wil zorgen dat hij meer tijd aan zijn verslag gaat besteden. 'Gewoon meer tijd erin stoppen', antwoord hij. Ik vraag hem waar hij die tijd vandaan gaat halen en hoe hij die tijd dan gaat invullen. Hoe gaat de extra tijd die hij beschikbaar gaat maken ervoor zorgen dat zijn verslag er beter op gaat worden?. Student A weet hier niet zo goed een antwoord op en geeft aan dat hij het niet weet. Hij heeft een afwachtende houding en het lijkt erop dat hij van mij verwacht dat ik met de oplossing moet komen. Ik geef aan dat hij in zijn toekomstige loopbaan het vaker gaat tegen gaan komen dat hij deadlines moet halen waar hij eigenlijk niet genoeg tijd voor beschikbaar heeft. 'Wat zou je dan moeten doen om toch je deadlines te halen?' vraag ik

hem. Student A zegt dat hij dan andere dingen minder moet doen. Ik vraag hem of het misschien mogelijk is om zijn manier van werken efficiënter te maken in dat geval, en hoe hij dat dat zou doen. Student A lijkt dit gesprek ongemakkelijk te vinden en zegt dat dat inderdaad zou kunnen, maar geeft niet aan hoe hij dat zou doen. Met veel moeite geeft hij aan dat hij het schrijven van zijn verslag minder tot het laatste moment moet uitstellen. Ik geef aan dat dat een heel mooie oplossing is, omdat het experiment bij het schrijven dan nog vers in zijn hoofd zit. Verder geef ik aan dat hij de tijd van het practicum ook mag gebruiken om alvast een beetje te schrijven en dat hij best het laatste kwartier van elk dagdeel alvast de belangrijkste dingen van zijn experiment mag opschrijven zodat hij later geen tijd kwijt is om alles weer op te halen. Student A stemt hiermee in. We maken samen zijn planning voor de komende dagdelen iets gedetailleerder. We specificeren welke metingen hij precies gaat doen, hoeveel tijd hij daarmee kwijt verwacht te zijn en wanneer hij verwacht zijn resultaten met mij wil bespreken. In dit proces neemt Student A een passieve houding aan. Student A ging bij dit experiment veel serieuzer aan de slag met de resultaten, hij probeerde de resultaten echt te begrijpen. Nog steeds nam hij niet zelf het initiatief deze resultaten met mij te bespreken.

B Selectie antwoorden op reflectievragen

- Ik denk niet dat ik wat anders zou doen bij een volgend experiment. Voor mijn gevoel ging dit prima, maar dit kan ik pas echt zeggen als ik het cijfer voor mijn verslag terug heb. Ik heb zeker het idee dat ik mezelf heb verbeterd ten opzichte van het vorige experiment.
- Bij het volgende experiment zou ik van te voren nadenken over hoe ik met de data om moet gaan en alvast een manier proberen te bedenken om met mijn data tot het antwoord van mijn onderzoeksvraag te komen. Ik heb de theorie iets beter van te voren doorgenomen t.o.v. Hoewel ik de methode toch niet goed genoeg begrijp. Ik snap het experiment als geheel, het resultaat is ook duidelijk. De manier tot het resultaat is ook enigszins duidelijk. Maar waarom wij de verhouding bepalen snap ik niet zo goed. Het is uitgelegd en toen heb ik het globaal gesnapt. Dus tijdens de laatste les zal ik hier nog het een en ander over vragen.
- Volgende keer zouden we minder tijd moeten besteden aan het opstellen van de meetonzekerheid, want dat gaat ten koste van de tijd voor het schrijven van het verslag. Verbetering tov vorige experiment is dat we meer zelfstandig hebben kunnen doen en ook geen metingen opnieuw hoefden te doen.
- ik ben nu minder bang om een conclusie te trekken die voor mijn gevoel onjuist is, zoals een veel te grote afwijking voor gamma wat duidt op een onnauwkeurige methode.

- Meer tijd reserveren.
- Niet zoveel, alles ging vrij goed, misschien beter inschatten wat wel en niet kan gegeven de hoeveelheid tijd en middelen die we hebben
- Minder vertrouwen hebben in ons apparatuur, we hebben in principe heel lang naar fouten gezocht in onze lay-out of zelfs onze kennis aan de theorie. Terwijl we niet dachten dat de sensor zelf, waar uiteindelijk de grootste systematische fout in voorkwam.
- Ik zou me veel beter voorbereiden. D.w.z. het achtergrond informatie beter doorneemen.
- Welke problemen kom je tegen en hoe zou je deze kunnen oplossen? Bij het eerste experiment hadden we alleen maar punten gemeten na de evenwichts stand van het magneetje en niet ervoor. Hierdoor kregen we het juiste deel van de grafiek in beeld, waardoor we het experiment opnieuw moesten doen de eerste keer. Eerst rustig na denken welke punten we moeten meten en niet als een kip zonder kop beginnen. Bij het tweede experiment ging dit gelukkig wel goed waardoor we niet zoveel tijd verloren.
- Ik probeer het experiment van tevoren beter te begrijpen en hoop zo beter te weten wat ik tijdens het experiment doe. Dan gaan de metingen waarschijnlijk ook gemakkelijker, want nu is er veel tijd verloren gegaan doordat we niet wisten wat er aan de hand was.
- Misschien me beter inlezen in de theorie. Nu snap ik niet goed hoe ik waarden moet vergelijken, en misschien had ik dat wel geweten als ik er meer tijd ingestoken had. Verder ging eigenlijk alles wel naar wens.
- Controle metingen! En meer rekening houden met bijeffecten, die onze resultaten kunnen verwaarlozen.
- Bij het volgende experiment is sneller werken en minder twijfelen een goed idee. Zeker het negeren van een schaal van de kleuren, die niet helemaal correct is, en die ons aan het begin van het experiment veel tijd aan twijfel heeft gekost, is een goed idee.
- Een snellere start maken, en ons niet laten misleiden door al gegeven informatie waarvan we geen idee hebben of die wel correct is of niet, ook de brandpuntsafstanden achter halen van de lenzen, zodat we ons beeld scherper hadden kunnen stellen.
- Bij een volgend experiment zal ik eerst zorgen dat ik de theorie echt helemaal begrijp, zodat ik tijdens de metingen niet meer te veel tijd verlies aan het bedenken waarom de metingen niet of juist wel aan de verwachtingen voldoen. Daarnaast zal ik me de

volgende keer beter laten informeren bij welke waarden we het beste kunnen meten. Bij dit experiment kwamen we er bijvoorbeeld achter dat we van 0 tot 10000 Ohm metingen moesten doen, terwijl we toen tussen 0 en 100 Ohm al ruim 20 metingen hadden gedaan. Dat kost onnodig veel tijd.

- Aan het begin goed kijken wat we moeten aansluiten om goed te meten. We hebben onze meetopstelling twee keer moeten veranderen en twee keer opnieuw moeten meten. Dit heeft best wat tijd gekost. Verder is alles tot nu toe best goed verlopen.
- Wat ik bij het volgende experiment anders zou doen: Eerst goed de theorie goed snappen (vooral bij het 2e experiment) voordat ik begin met meten.
- Het beter inzien van complicaties in onze metingen. Te kunnen bepalen wat er fout zou kunnen gaan en daardoor een betere planning te kunnen maken

C Casus Werkwijze 2

Student B is een goede student en doet een dubbele Bachelor Wis- en Natuurkunde. Tijdens gesprekken weet hij duidelijk te formuleren waar hij mee bezig is, en stelt hij duidelijke vragen. Hieruit blijkt dat hij goed begrijpt wat hij aan het doen is. De verslagen die hij inlevert zijn minder goed. Hij gebruikt erg lange zinnen met veel bijzinnen, waardoor het verslag erg warrig overkomt. Ook herhaalt hij zichzelf vaak in het verslag. Als feedback op zijn verslag heeft hij een aantal keer gekregen dat zijn het verslag onsamenhangend is en dat hij erg lange zinnen gebruikt, zodat het niet goed te volgen is. Bij het daarop volgende verslag is zijn schrijfstijl niet verbeterd. Ik ga met hem praten en vraag of hij nog weet wat zijn feedback was op zijn vorige verslag. Hij kan zich nog herinneren dat hij als feedback kreeg dat zijn schrijfstijl langdradig en onsamenhangend was en geeft aan dat hij heeft geprobeerd dat te verbeteren. Hij merkt echter op dat hij weer dezelfde feedback op zijn nieuw ingeleverde verslag heeft gekregen. Ik vraag hem hoe hij het heeft aangepakt om zichzelf daarin te verbeteren. Hij kan niet duidelijk formuleren hoe hij zichzelf heeft verbeterd. Student B vraagt of hij voor zijn volgende verslag 2 versies van de inleiding naar mij mag sturen. Een versie op de manier hoe hij gewend is te schrijven en een versie waarbij hij zijn best doet om minder bijzinnen te gebruiken. Hij geeft aan dat hij bij de laatste versie zelf het idee heeft dat hij niet volledig is. Student B vraagt of ik van tevoren feedback wil geven op beide versies.

Deze student laat duidelijk zien dat hij zijn best doet om de feedback die hij krijgt op zijn verslagen te verwerken in zijn volgende verslag. Hij merkt ook zelf op dat hij wel geprobeerd heeft zijn schrijfstijl te *corrigeren*, maar dat zijn schrijfstijl niet is verbeterd (*controleren*). Deze student besluit daarom de assistent raad te plegen en bedenkt zelf een nieuwe manier om zichzelf te verbeteren, namelijk feedback vragen op 2 verschillende schrijfstijlen. Deze student maak dus op een goede manier gebruik van Feedback Mark II, door de assistent als klankbord te gebruiken. De student heeft vooral moeite met het

corrigeren van zijn werk.

D Casussen Werkwijze 3

Casus 1

Nadat de studenten de reflectievragen hebben beantwoord en het werkplan hebben opgesteld ga ik een gesprek aan met 2 studenten die bezig zijn met de zonnecel. Beide studenten hebben bij de reflectievragen aangegeven dat zij bij het vorige experiment in tijdnood kwamen. Tijdens het gesprek geeft 1 van de 2 aan dat hij dat had kunnen voorkomen door van te voren 'beter te plannen'. Ik vraag hem of hij nu een planning heeft gemaakt en hij laat mij zijn planning zien. De planning is bijna hetzelfde als de grove planning uit de handleiding. Hij geeft bijvoorbeeld aan dat hij 2 dagdelen gaat meten. Ik vraag hem waarom hij verwacht 2 dagdelen nodig te hebben om te meten. Hij geeft aan dat hij niet zo goed weet waarom, maar dat hij hij 2 dagdelen gaat besteden aan meten. Ik geef aan dat het handig is als hij van tevoren in detail bedenkt welke metingen hij wil gaan doen en hoeveel tijd hij daaraan verwacht kwijt te zijn, zodat hij weet of het haalbaar is zijn onderzoeksvraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden. Beide studenten zijn het hiermee eens en denken hardop na welke metingen ze willen gaan doen. We maken op het Whiteboard een lijst van de metingen die ze willen gaan doen en schrijven erbij hoeveel tijd ze verwachten hiervoor nodig te hebben op basis van de eerste paar metingen die ze hebben gedaan. Ik vraag ze wat ze verwachten te meten. Zij hebben nog geen tijd gehad zich in de theorie te verdiepen en geven aan dat ze verwachten de rest van het eerste dagdeel daarmee bezig te zijn. We schrijven de totale planning op het whiteboard. Vervolgs vraag ik wanneer ze het handig zouden vinden om feedback te krijgen op wat ze aan het doen zijn. We maken een afspraak om te overleggen als ze de theorie hebben doorgenomen en een hypothese hebben geformuleerd, een afspraak nadat ze hun eerste resultaten binnen hebben en een afspraak vlak voordat ze hun verslag willen schrijven. Tijdens het experiment houden ze zich erg goed aan deze planning en hebben beide studenten een duidelijk verhaal te vertellen wanneer ze hun hypothese en voorlopige resultaten aan mij presenteren.

Deze studenten kunnen nog niet volledig zelfstandig het gehele proces van *herkennen*, *corrigeren* en *controleren* doorlopen, maar met een klein beetje sturing hebben zij zichzelf erg goed verbeterd. Deze aanpak van begeleiden past het beste bij Feedback Mark II, waarbij een beetje extra sturing is gegeven door de assistent om de student in de juiste richting te sturen.

Casus 2

Een student geeft aan bij het invullen van de reflectievragen aan dat hij beter de theorie wil begrijpen voordat hij begint met meten. Ik vraag hem welke kennis hij verwacht nodig te hebben voordat hij kan beginnen met meten. De student geeft aan dat hij vorige keer in een verkeerd bereik had gemeten waardoor hij een heleboel metingen voor niets had gedaan. Ik vraag hem hoe hij van tevoren kan weten in welk bereik hij metingen moet doen, om zijn onderzoeksvraag te beantwoorden. Hij geeft aan dat hij verwacht dat uit de theorie te halen. We spreken af dat hij 2 papers op Balckboard gaat lezen en mij daarna een presentatie geeft van wat de hypothese van zijn onderzoek is op basis van de theorie. Tijdens de discussie over de theorie komen we tot een gedetailleerd plan hoe hij zijn onderzoek moet aanpakken. Tijdens het experiment komt hij erachter dat zijn experimentele resultaten niet geheel overheen komen met de resultaten die hij verwachten. In een discussie komen we met mogelijke verkalingen, die hij vervolgens kan onderzoeken met zijn opstelling.

E Opdracht PNAS paper

Scan het paper door en vergelijk dit met je eigen verslag aan de hand van de onderstaande vragen. We verwachten niet dat je het hele paper leest.

- **Structuur**
Wat valt je op aan de structuur van dit paper? Hoe verschilt dit van de structuur die je op het practicum hebt geleerd? Welke structuur vind je het prettigste lezen? (Doel: Maak de studenten bewust van het feit dat er niet een eenduidige manier is om een paper te schrijven, maar dat ze hierin een eigen stijl gaan ontwikkelen. En dat de stijl ook afhangt van het tijdschrift waarin ze gaan publiceren. Tijdens de bespreking: Leg uit dat ervoor is gekozen om op het practicum een duidelijke structuur aan te houden, om zo de basis vaardigheden van het verslag schrijven sneller te leren. Hoe verder je komt in je studie hoe meer vrijheid je hierin krijgt. Probeer hiermee te bereiken dat ze zelf gaan na denken hoe ze hun boodschap zo goed mogelijk kunnen overbrengen, in plaats van de regels te volgen. Ik wil hierbij aangeven dat de essentiële informatie over de methode in de Results toch wordt beschreven en dat in de Materials and Methods vooral details staan.)
- **Titel en Inleiding (Vanaf dikgedrukte T tot Results)**
Naar hoeveel papers wordt er in de introductie verwezen? Vergelijk dit met het totaal aantal referenties aan het einde van het artikel. Wat valt je op? Waarom denk je dat de verhouding van het aantal referenties in de introductie ten opzichte van het hele paper zo is? Hoe is dat in jouw eigen verslag? (Doel: laten zien hoe een onderwerp wordt ingeleid, aan de hand van het aantal referenties. Er wordt een link gelegd met heel veel onderwerpen en andere papers om een zo groot mogelijk publiek te bereiken)

Wat is de essentie van dit onderzoek? (Ik ben benieuwd of ze dit uit de titel en inleiding weten te halen)

- Figuur 1 (lees het bijschrift)
Kun je uitleggen welke 2 experimenten er in dit figuur worden beschreven? Wat is het doel van het weergeven van de WLC-curve? (Hiermee wil ik de student laten zien hoe informatief een figuur kan zijn)

Wat is het doel van onderdeel C in dit figuur? (Hiermee wil ik laten zien dat je een model kan suggereren die de data kan verklaren, op het moment dat je je data niet met bestaande theorie kunt vergelijken. Ik wil hierbij aangeven dat met dit paper experimenteel is aangetoond welk van de twee modellen juist is. Het doel is om de student te laten inzien dat experimenten uiteindelijk de doorslag geven over het begrip van de natuurkunde)

- Conclusie (Laatste alinea van de Discussion)
Wat is de conclusie van dit onderzoek?
- Waarom denk je dat dit paper in PNAS is gepubliceerd (1 van de beste wetenschappelijke tijdschriften) gepubliceerd is? Hoe overtuigt de schrijver van dit artikel jou dat dit onderzoek super interessant is?
(Hiermee wil ik de student laten nadenken over wat interessant/goed onderzoek is en hoe je met je schrijfstijl kan bereiken dat je de lezer daarvan overtuigt)

Referenties

- [1] David Boud and Elizabeth Molloy *Rethinking models of feedback for learning: the challenge of design, Assessment and Evaluation in Higher Education*, 38:6, 698-712 (2013), DOI: 10.1080/02602938.2012.691462
- [2] Jaap Buning *Handleiding Natuurkunde Practicum I 2013-2014*
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Johariwindow>
- [4] Kallenberg T., van der Grijspaarde L., ter Braak A., Baars G. *Boom Lemma uitgeverij, Den Haag*, 2000
- [5] J. van Mameren, P. Gross, G. Farge, P. Hooijman, M. Modesti, M. Falkenberg, G. Wuite, E. Peterman *Unraveling the structure of DNA during overstretching by using multicolor, single-molecule fluorescence imaging*, PNAS, Vol. 106, No. 43 (Oct. 27, 2009), pp. 18231-18236