

Toetsevaluatie door leerlingen, picking the low hanging fruit



Afstudeerscriptie M. Dirken, Augustus 2010

Inleiding

Leren is een proces waarin iemand zich verbeteren wil in een specifieke activiteit. Iemand kan leren zoals beschreven is in de leercyclus van Kolb (Kolb): (Zelf) Ervaren, overdenken, veralgemeniseren en toepassen. Dit is een proces waarin iemand zichzelf verbeterd in een onderwerp of vaardigheid. Iemand kan ook leren via het kennisoverdrachtmodel (zie bijvoorbeeld Simons1999), waarin een ander hem iets leert of hem feedback geeft op zijn handelen. In deze focus zet men in vakgebieden als onderwijskunde, pedagogiek en psychologie de docent centraal.

Wanneer men de leerling benadert over wat hij zelf beter kan doen, in deze studie het maken van toetsopgaven, komt men uit op een reflectieactiviteit. In reflectie denkt iemand na over wat hij doet en wat hij beter kon en kan gaan doen (dat is het gewenste gedrag). Deze stappen hebben een grote overlap met de leercyclus van Kolb, net als een spiraalmodel voor reflectie van Korthagen voor docenten (Korthagen, 1998).

Het zelfstandig leren, zoals hierboven beschreven, kan men dan zien als een proces dat verbeterd kan worden. Het gereedschap van bedrijfsmatig kwaliteitsmanagement, bijvoorbeeld een Deming cyclus (Plan/do/check/act of PDCA cyclus, zie Deming,1950: Arveson, 1998: Schelzer & Sesselmann, 2008) waarin immers procesverbetering voorop staat, komt dan snel in zicht. Hierin wordt de uitvoerende werknemer betrokken bij de evaluatie van bedrijfsprocessen in een streven naar continue verbetering (Zie Operational Excellence). Een kenmerk van zo een bedrijfsmatig verbeterproces is dat de werknemer dit doet met middelen en procedures, aangereikt door een leidinggevende.

Een professional, zoals bijvoorbeeld ook een docent, kenmerkt zich door het uitvoeren van een vergelijkbaar, continu verbeterproces. (Schön, 1983). Hierin experimenteert en reflecteert hij om zijn eigen functioneren te verbeteren. De professional verschilt van bovengenoemde werknemer in dat hij dit proces zelf structureert en regisseert.

Analoog aan bovengenoemde discussie over procesverbetering kan het oplossingsproces dat leerlingen toepassen bij het maken van toetsopgaven gezien worden als een proces dat verbeterd kan worden. Hiervoor kan de docent de leerling het een en ander uitleggen. Dit is dan een toepassing van het kennisoverdrachtmodel (zie bijvoorbeeld Simons, 1999). De leerling kan ook zelf naar zijn eigen oplosproces kijken. Dit zou hij kunnen doen als professional, waarbij hij zelf dit proces opzet en uitvoert, of als werknemer, namelijk dat hij dit met aangereikt gereedschap uitvoert.

In deze studie wordt de leerling gevraagd zijn eigen oplosproces voor toetsopgaven te evalueren en te verbeteren alsof hij een werknemer is, m.a.w. hij wordt gefaciliteerd in dit proces. Het is van hem niet te verwachten dat hij dit evaluatieproces als een professional zelf op zou kunnen zetten zonder daaraan voorafgaand enige vorm van opleiding hiervoor ontvangen te hebben.

Het toetsevaluatieproces wordt uitgevoerd met behulp van een toetsevaluatieformulier dat leerlingen moet faciliteren in het evalueren en reflecteren over het maken van hun toets. Daartoe wordt eerst reflectie behandeld als evaluatieactiviteit zelf, in het onderwijs en bij adolescenten. Vervolgens wordt het ontwerp van zo een toetsevaluatieformulier besproken. Naast de eisen aan de verwoording en lay-out van het formulier, vraagt dit ook een vertaling van de elementen van systematische probleem aanpak naar foutcategorieën om goede oplossingsstrategieën te propageren. De resultaten van dit onderzoek, de discussie en de conclusie met mogelijke aanbevelingen voor verder onderzoek sluiten deze scriptie af.

Inhoudsopgave

Inleiding	2
Inhoudsopgave	3
Reflectie	4
Reflectie in het onderwijs.....	5
Reflectie bij pubers.....	6
Ontwikkeling van het toetsevaluatieformulier	6
Inleiding	6
Beoogd proces op formulier	7
Lay-out van formulier	7
Probleemoplossen als proces.....	7
OPUC en probleemoplossen	7
Oriënteren.....	8
Plannen	9
Uitwerken	9
Controleren.....	10
Afsluiting.....	10
Onderzoek en resultaten	10
Opzet onderzoek.....	10
Kwantitatieve resultaten en discussie.....	11
V6 evaluatie.....	11
V5 evaluatie.....	15
V4 evaluatie.....	16
Evaluatie van V6, V5 en V4.....	16
Kwalitatieve resultaten	17
Verbetering van formulier en evaluatieprocedure.....	18
Conclusie	18
Discussie.....	19
Literatuurlijst.....	21
Dankwoord	23
Bijlagen	23
Toetsreflectieformulier	23
Categorieën.....	26
Tabellen met resultaten	27
V6 resultaten ST11	28
V6 resultaten ST9 herkansing	29
V6 Examen 2010, 1 ^e sessie, leerlingen die het formulier gebruikt hebben.....	30
V6 Examen 2010, 1 ^e sessie, leerlingen die het formulier niet gebruikt hebben.....	31
V6 Vergelijking van cijfers CE en SE	32
V5 resultaten ST7.....	33
V4 resultaten ST3.....	34
Vergelijking Reflectie en Zelfevaluatie	35

Reflectie

Reflectie is wat iemand zelf overdenkt over zijn eigen handelen. J. Dewey (Dewey1933) heeft reflectie gedefinieerd als “een actieve, volhardende en zorgvuldige beschouwing van een opvatting of kennis in het licht van ondersteunende feiten en verdere conclusies waartoe deze opvatting of kennis neigt” (in Smith1996). Daarbij onderscheidt hij 5 fasen of aspecten ¹⁾:

- 1) Suggesties, waarin de gedachtesprongen gemaakt worden naar een mogelijke oplossing
- 2) Een rationalisatie van de moeilijkheid of verbijstering die gevoeld wordt om het probleem op te lossen.
- 3) Het opeenvolgende gebruik van ideeën als richtsnoer voor een mogelijke oplossing.
- 4) Het doorwerken van het idee
- 5) Het testen van het idee.

In de fasen van Dewey blijft de reflectieactiviteit zelf vaag. Boud, Keogh, en Walker (Boud&al1, 1985, in Smith, 1996) geven als beschrijving: Reflectie is een activiteit waarin mensen hun ervaringen samenvatten, overdenken, overwegen, en evalueren. Zij brengen de vijf aspecten van Dewey terug tot drie:

- 1)Terugkeren en opnieuw herinneren van de ervaring
- 2)Rekening houden met gevoelens. Slechte verwijderen, goede versterken
- 3) Evalueren van de ervaring, rekening houdend met de initiële bedoeling en kennis. Nieuwe kennis kan in dit proces geïntegreerd worden.

In deze beschrijving haakt reflectie aan bij activiteiten die voor taken als bijvoorbeeld schrijven van teksten worden gebruikt.

Van den Boom (2004) stelt dat reflectie kan worden beschouwd als een strategie of vaardigheid die werkt op andere vaardigheden, met andere woorden, een persoonlijke denkoefening die uitgevoerd wordt om strategieën of oplossingen te vergelijken.

Smith (1996) haalt in zijn inleiding over reflectie Schön (1983) aan, die schrijft hoe een professional omgaat met reflectie om verder te komen. Een professional evalueert en reflecteert continu over zijn handelen, waarmee die streeft naar een continue verbetering. Wanneer je denkt aan een continue verbetering kom je al gauw uit op kwaliteitsmanagement voor procesverbetering. Een duidelijke belichaming daarvan is de Deming cycle (PDCA cycle = Plan/Do/Check/Act, o.a. Arveson, 1998: Schmelzer & Sesselmann, 2008) waar in de Plan stap het probleem geanalyseerd wordt en een mogelijk oplossing gevonden wordt, deze in de Do stap geïmplementeerd wordt, in de (study-) Check stap geëvalueerd, en in de Act stap gecorrigeerd. Allemaal duidelijk reflectieachtige activiteiten met het eigen functioneren als onderwerp.

Met de beschouwing dat bij het maken van toetsen niet alleen een vakinhoudelijke kant getoetst wordt, maar ook een vaardigheid om opgaven op te lossen met een proces, ligt het voor de hand om een dergelijke vorm van toetsevaluatie toe te passen, waarbij de leerling zichzelf evalueert en dan concludeert met welke aandachtspunten hij zich het meest kan verbeteren. Dit is het onderwerp van deze studie.

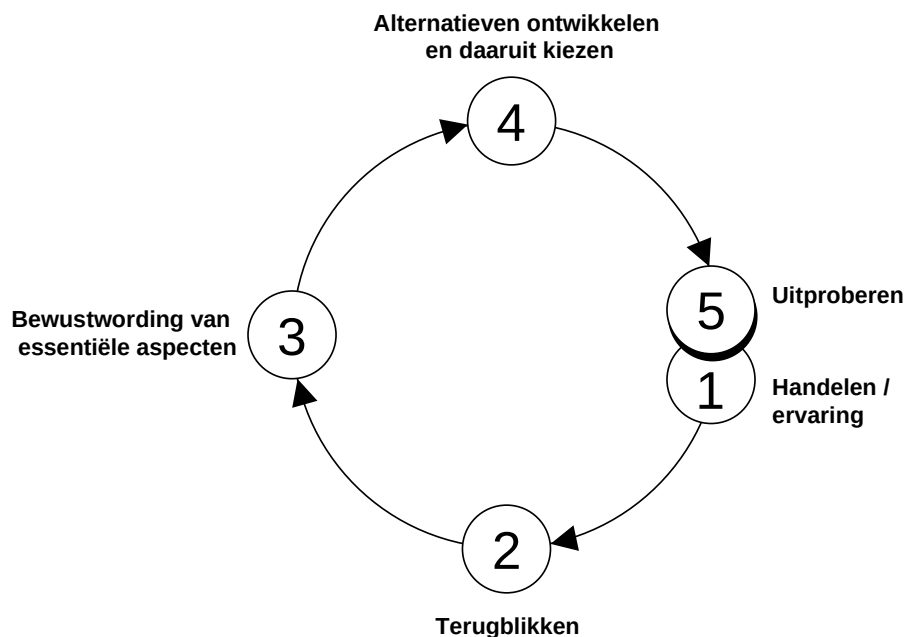
¹⁾ Onderstaande fases hebben een grote overeenkomst met de stappen om problemen op te lossen zoals Polya die expliciet gemaakt heeft (Polya1945). Deze heeft het over 1) het begrijpen van het probleem (zie 1e fase) 2) het opzetten van een oplossingsplan (2e en 3e fase), 3) het uitvoeren van dit plan (4e fase) , en 4) terug kijken naar het resultaat (5e fase). Zie voor een verdere uitwerking van probleemoplossingmethodiek het hoofdstuk over ontwerp van het toetsformulier.

Reflectie in het onderwijs

In zijn inleiding over reflectie wijst Van den Boom (2004) op de vele toepassingen en kanten ervan in het onderwijs. Hij haalt Boud et al. (1985) en Lee & Hutchison (1998) aan voor het belang ervan in leerprocessen en Boekaerts (1999), Ertmer & Newby (1996), en Von Wright (1992) voor het verwerven van leervaardigheden. Suggestieve feedback, die aanzet tot een overdenken van de situatie en meta-kennis stimuleert zonder de leerling te direct vertellen wat precies het probleem of de oplossing is, helpt leerlingen hun leervaardigheden te verbeteren. (Chi, Siler, Jeong, Yamauchi & Haussmann (2001) in Van den Boom (2004). Het is aan te nemen dat suggestieve feedback de zelflerende vaardigheden van leerlingen helpt (Van den Boom, 2004).

Kwaliteit van reflectie wordt beïnvloed door interne factoren: beschikbare kennismiddelen structuur: metacognitieve kennis magazijn: kennis, ervaring, studie en leervaardigheden (Ertmer & Newby, (1996) in Van den Boom, 2004).

In het hoger onderwijs is het zelf sturen van het leerproces van belang voor leerlingen (Boekaerts, 1996: Pintrich, 1999: Pintrich, 2000: Zimmerman, 2000, in Van den Boom 2004). Het zelf kunnen leren en zelf beter kunnen worden zijn belangrijke vaardigheden. In de docentopleiding wordt hier daarom veel aandacht aan gegeven (Korthagen, 1998: Han, 1995). Echter de (aankomend) docent verschilt hierin niet van welke andere kenniswerker.



Figuur 1: Reflectie cyclus van Korthagen (1998). De overeenkomst met een Deming cyclus (o.a. Schmelzer & Sesselmann, 2008) is groot. Stappen 2, 3 en 4 kan je voor een eerste keer rond beschouwen als een Plan fase, voor een tweede keer als een Check fase, Stappen 1 en 5 voor een eerste keer als een Do fase, en voor een tweede keer als een Act fase.

Waar hierboven de evaluatie/reflectieactiviteit door hetzij de student hetzij de (aankomend) docent bestudeerd is heeft McBeath (2004) de zelfevaluatieactiviteit toegepast voor het hele onderwijswerkveld, niet alleen op directie en onderwijzend personeel, maar ook op leerlingen zelf. In de Self Evaluation File (McBeath) worden toetsinstrumenten aangereikt voor de organisatie van schoolprocessen, waaronder ook routines voor het maken van huiswerk door leerlingen. Echter in zijn aanpak richt hij zich met name op het

organisatorische aspect van deze schoolprocessen en kwalitatieve criteria. Hij heeft niet ingezoomd op het oplosproces van leerlingen zoals in deze studie.

Reflectie bij pubers

Over reflectie, het middel voor zelfevaluatie, wordt bij adolescenten weinig gepubliceerd. Als eerste aanzet geeft Kohnstamm (2002). een overzicht over de denkontwikkeling bij adolescenten.

Enerzijds stelt zij dat in de zoektocht naar volwassenheid de adolescent zoekt naar kicks en niet vooruit kan kijken en niet zijn eigen daden kan overzien (zie ook Crone, 2008). Deze laatste twee omschrijvingen lijken zaken te zijn die reflectie over het eigen handelen in de weg kunnen staan. Echter reflecteren is terugkijken op wat eerdere gedaan is, en daar lering uit trekken.

Kohnstamm stelt dat adolescenten beter abstracter en formeler leren denken. Deze denkwijzen geven hen de mogelijkheid om goed te kunnen reflecteren: Analyseren en daar logische conclusies uit trekken en het zich voorstellen hoe een situatie moet zijn (propositioneel denken) zijn bij uitstek aspecten van reflecteren. Men kan dus concluderen dat ze de denkcapaciteiten in huis kunnen hebben om te reflecteren.

Echter het handelen naar de gevonden conclusies moet beschouwd worden als een andere activiteit. Dan moet er juist wel vooruitgekeken worden. Dit kan dan dus op problemen stuiten (zie o.a. Crone, 2008).

Hieruit zou afgeleid kunnen worden dat adolescenten in staat zijn om te reflecteren maar dat ze daar niet vanzelfsprekend naar handelen of van leren. Echter adolescenten reflecteren over alles, en leren daaruit ook. ‘Een ezel stoot zich geen twee keer aan dezelfde steen’ gaat immers ook voor hen op.

Dit idee wordt getoetst in deze studie bij leerlingen die toetsen hebben gemaakt. Ze worden gevraagd zelf te reflecteren over welk type fouten ze in een toets gemaakt hebben. In dit proces zijn ze gefaciliteerd met foutvoorbeelden, gebaseerd op oplosmethodieken, om hun fouten te benoemen. Uit de aantallen en typen fouten kunnen ze dan afleiden waar ze voor een volgende toets op moeten letten. De hypothese is dat ze op deze wijze bewust worden van aspecten van oplosmethodieken, en wel van die aspecten die voor hun toetsresultaten de grootste impact hebben. Bij toepassing van hun conclusies en voornemens is de verwachting dat de herkende typen fouten verminderen, en daardoor dus ook de toetsresultaten verbeteren.

In deze studie zijn de herkende fouten van leerlingen daarvoor kwantitatief verwerkt en geanalyseerd. Verder zijn hun conclusies en reacties op het formulier kwalitatief geanalyseerd.

Ontwikkeling van het toetsevaluatieformulier

Inleiding

Om leerlingen uit te nodigen tot dit reflectieproces is er een toetsevaluatieformulier ontworpen dat foutcategorieën toont om uit te kiezen, en vervolgens ruimte geeft voor conclusies en voornemens. Uiteraard wordt dit formulier gecompliceerd met vragen hoe deze toetsevaluatie beter kan.

De verschillende aspecten van dit proces worden in dit hoofdstuk behandeld. In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de processtappen. De lay-out van het formulier en de gebruikte formuleringen worden behandeld in de tweede paragraaf. De foutcategorieën en hun aanwijzingen om problemen op te lossen worden verder uitgewerkt in volgende paragrafen.

Beoogd proces op formulier

Op het formulier moeten de processtappen leiden tot een goed, gestructureerd en vooral snel reflectieproces. De leerling moet niet lang bezig zijn met dit formulier, anders is hij afgeleid. Het formulier begint daarom met een vraag hoe tevreden leerlingen zijn over hun toetsresultaat om hem te focussen voor de analyse. Immers als hij tevreden is, heeft hij niet veel reden om zijn oplossingsprocessen aan te passen. Het resultaat is immers al goed genoeg. Wanneer hij niet tevreden is zal hij meer geneigd zijn om zijn eigen doen en laten te analyseren opdat hij het beter kan doen. Deze houding helpt hem om zijn eigen fouten te analyseren

Vervolgens is de bedoeling dat de leerling zijn fouten analyseert en vooral categoriseert in type fouten met beschrijvingen die hem hints geven wat hij anders kan doen. De categorieën geven dus deelaanwijzingen om opgaven op te lossen. Dit categoriseren moet snel kunnen en dus moeten de foutcategorieën in hun formulering aanspreken en de meest voorkomende fouten beschrijven.

Uit de aantallen fouten per categorie ziet de leerling op welke aspecten van het opgaven maken hij moet letten om beter te worden en zich moet voornemen voor een volgende toets.. Deze conclusies en voornemens schrijft hij op om dit proces af te ronden, opdat hij zich de analyse herinnert en eventueel na kan kijken in zijn voorbereiding van een volgende toets. Tot slot is er nog een evaluatie van wat ze vonden van dit proces, en hoe de evaluatie beter kan.

Lay-out van formulier

Het formulier moet bovenstaand proces faciliteren. Daartoe moet het zelf het reflectieproces uitleggen, en uitnodigen om dit proces te volgen. De voorzijde geeft daarom een overzicht en structurering van dit proces en de achterzijde als werkzijde de foutcategorieën om te kiezen.

Echter een evaluatieformulier dient de vraagstelling zo te formuleren dat deze uitnodigt om te reageren. Voor dit aspect heb ik McBeath (2004) gebruikt, die vragenlijsten heeft samengesteld om veel facetten van het onderwijs door de betrokkenen zelf te laten evalueren. Opvallend daarin is dat de betreffende persoon daarbij in de ik-vorm wordt aangesproken. Dit heb ik gebruikt in de vraagstellingen op het formulier, zowel voor de open vragen op de eerste zijde, als voor de foutcategorieën op de achterzijde. Daar heb ik het betreffende aspect van het probleem oplossen als een fout verwoord, opdat de leerling hieruit kan leren welk type fouten hij vaak maakt in het oplossen van opgaven.

Per categorie heb ik de sleutelwoorden vet gemaakt opdat de foutcategorieën beter te onderscheiden zijn voor de leerling en het aankruisen zo makkelijker wordt. Ik heb daarbij kolommen categorieën gemaakt met regels met verschillende tinten grijs om de toetsopgaven te onderscheiden (Spijkerboer, (2009)).

Probleemoplossen als proces

OPUC en probleemoplossen

Om aan te haken bij de gebruikte lesmethode heb ik de verschillende foutcategorieën gegroepeerd volgens de termen van het oplossingsproces zoals die gebezigd worden in de Newton methode. Met het acroniem OPUC worden daarin de volgende stappen van het oplossingsproces aangeduid:

Oriëntatie: Waar gaat deze opgave over, heb ik eerder zo iets gemaakt?

Plannen: hoe vind ik een antwoord?

Uitwerken: de gevonden oplossing uitschrijven en de symbolen invullen met getallen.

Controle: Is het antwoord geloofwaardig, geen fouten gemaakt?

Deze termen duiden de stappenvolgorde aan waarmee een opgave aangepakt kan worden, en zijn een invulling van de stappen zoals beschreven door Polya (1945). Deze heeft het over 1)

het begrijpen van het probleem 2) het opzetten van een oplossingsplan, 3) het uitvoeren van dit plan, en 4) terugkijken naar het resultaat. In het natuurkunde onderwijs heeft deze systematische aanpak aandacht gekregen (o.a. Kuo van de groep van Heller, University of Minnesota (2004) voor universiteitsstudenten, en o.a. van den Berg voor middelbare scholieren (1983)). De handelingen van de verschillende fasen worden daarin meer gedetailleerd.

De OPUC methode om opgaven op te lossen wordt geïntroduceerd in het verwerkingsboek van de Newtonmethode. De vier termen van OPUC: Oriënteren, Plannen, Uitwerken en Controleren heb ik als hoofdcategorieën genomen voor de gedetailleerdere categorieën. Deze laatsten heb ik gebaseerd op de oplossingsschema's zoals die genoemd worden in de bijlagen van Van den Berg (vdB1983_2), in de Newton methode. Elke van deze categorieën heb ik getracht zo te formuleren dat ze uitnodigden tot een reactie, en een duidelijke aanwijzing gaven waarop gelet moet worden. In de stijl hiervoor heb ik me laten leiden door McBeath.

Oriënteren

Oriënteren behelst het begrijpen van het probleem zelf via een aantal mogelijke handelingen. Dit begint met allereerst het zorgvuldig lezen van de opgave en verifiëren of deze begrepen is. Hierbij kunnen schetsen gemaakt worden om een beter beeld te krijgen van het probleem. In het middelbaar onderwijs is het zoeken naar bijpassende formules ook een methode om meer begrip te krijgen van de opgave, omdat de onderwerpstof gelimiteerd hoort te zijn door de exameneisen. Het aantal bijpassende formules is daarom eindig: alle formules van het examen staan in de BINAS (2005).

Het is goed mogelijk dat de leerling niet goed uit deze oriënteringsfase komt, en het probleem niet kan begrijpen en kan categoriseren voor een mogelijke oplossing. Echter dit onderwerp is geen deel van deze studie.

De oriënteringsfase kan beschreven worden met de volgende categorieën (Van den Berg (1983) als VdB, Polya (1945)):

Categorie met referentie	Omschrijving	Verwoording
1 (Polya, Kuo (2004), VdB	Aandacht gegeven aan het lezen van de vraag. Vaak wordt deze niet goed gelezen leerlingen.	De vraag niet goed gelezen. Ik ben te haastig begonnen voordat ik de vraag begreep.
2 Newton, VdB, Stevin, (2007),	Het relateren van de opgave aan andere theorie kan gedaan worden door bijpassende formules te selecteren.	Ik heb geen tijd genomen om de bijpassende formules op te schrijven
3, Newton, VdB) Stevin, (2007)	Een schets maken kan helpen om een moeilijke situatie te visualiseren	Geen schets gemaakt
4 (McBeath, (2004)	Het niet weten hoe aan een opgave aangepakt moet worden.	Niet begrepen wat er gevraagd werd

De eerste categorie is daarin heel belangrijk. Deze wijst leerlingen erop om de tijd te nemen om de opgave te begrijpen. De beginnende leerling help je daarmee om meer als een expert te gaan handelen. In de literatuur (o.a. Polya (1945), Kuo (2004), Van den Berg (1983)) wordt onderscheid gemaakt tussen hoe beginnelingen en experts met de verschillende stappen van het probleem oplossen om gaan. Waar experts hun tijd nemen om in de oriëntatiefase het probleem of de opgave goed te begrijpen en hun mogelijke oplossingen evalueren voor ze beginnen met uitwerken, hebben beginnelingen de neiging om snel te gaan uitwerken zonder een goed beeld te hebben van het probleem. Door te wijzen op goed lezen van de opgaven, wordt expertgedrag gestimuleerd.

De categorieën 2 en 3 zijn geselecteerd om de begripsfase vorm te geven met concrete acties.

Categorie 4 is toegevoegd om de frustratie van de leerling die niet weet waar die fout is gegaan een uitlaatklep te geven, opdat hij niet voortijdig afhaakt van de toetsanalyse.

Plannen

In de planningsfase moet er een plan opgesteld worden om de opgave aan te pakken. Polya (1945) refereert uitvoerig naar transformaties om het probleem te herschrijven in bekende termen, opdat dan een bekende oplossing van toepassing is. Kuo en Heller (Kuo2004) detailleren dit proces. Het is niet alleen een recht toe recht aan of lineair proces, van vraag naar gegevens, of maar het kan ook een cyclisch proces met enige trial and error zijn of een kunstvorm. Echter dit zijn verfijningen die niet zo belangrijk zijn in het natuurkunde onderwijs op de middelbare school. Het plannen behelst hier met name het herordenen van formules om het goede antwoord te vinden. De bijpassende formules zijn gelimiteerd door de exameneisen, net als de benodigde wiskunde om ze te hanteren. Met redeneren vanuit de gegevens naar de vraag of vanuit de vraag naar de gegevens kan men hier de meeste opgaven oplossen met bekende formules, of 'bouwsteentjes'. Het verdient dus aanbeveling om deze oplosstrategieën expliciet te onderwijzen. Waar de eerste (van begin naar het antwoord) min of meer van zelf gaat, is de tweede (van het antwoord terug) succesvoller. Bovendien is dit een methode die breed toepasbaar is om ook andere zaken als bijvoorbeeld projecten te plannen. Daarom heb ik deze methode expliciet genoemd als categorie 5.

Wanneer de juiste formules geselecteerd gaat het nog vaak mis (categorie 6). Bijvoorbeeld bij het onderwerp elektrische schakelingen is het aantal formules zeer beperkt, maar zijn er veel mogelijkheden om niet bij het juiste antwoord uit te komen. Een fout in deze categorie kan geïnterpreteerd worden als dat het probleem en de oplossing niet helemaal doorgedacht zijn. Categorie 7, het aflezen en interpreteren van diagrammen, is in het huidige natuurkundeschoolexamen belangrijk. In elk eindexamen zitten opgaven met diagrammen die geïnterpreteerd en nauwkeurig afgelezen moeten worden. Deze vaardigheid moet dus ook geoefend worden.

Het resultaat van deze overwegingen voor de Planningsfase staat hieronder.

Categorie met referentie	Omschrijving	Verwoording
5 (Polya, Kuo (2004), VdB, Newton, (2007))	Zonder duidelijk plan aan de opgave begonnen	Niet van vraag naar gegevens geredeneerd (of omgekeerd)
6 (Newton, (2007) , VdB)	Gebruik van formules zonder dat de juiste oplossing duidelijk is. Relaties maken van gegevens met het gevraagde met bekende formules	De juiste formules verkeerd gebruikt
7 (Newton, (2007), Stevin, 2007)	Aflezen van diagrammen	Het diagram of tabel verkeerd of onnauwkeurig afgelezen

Uitwerken

In de uitwerking van opgaven gaat het er om dat de leerling zijn oplossingsplan uitvoert op een wijze dat tot het antwoord komt en dat de corrector begrijpt wat de leerling gedacht heeft.

Het is dus belangrijk dat de leerling het antwoord zo opschrijft dat een ander het begrijpen kan. Soms schrijven leerlingen alles op wat ze weten, of het nu wel of niet van toepassing is, vaker schrijven leerlingen te weinig op. Vol van hun antwoord en onder tijdsdruk van de toets schrijven ze minder snel dan ze kunnen denken. Het resultaat is dat hun gedachte antwoord niet volledig op papier komt. Zo een gewoonte wordt duidelijk door een categorie 8 toe te voegen, waarin gewezen wordt op het goed en volledig opschrijven van een antwoord.

Veel voorkomende fouten in antwoorden komen voort uit rekenfouten, (machten van 10) of breuken verkeerd aanpakken (categorie 9). Deels kunnen dit soort fouten voortkomen uit het gebruik van de rekenmachine, dyslectie waarbij het lezen van breuken moeilijk is, en een beperkt begrip van eenheden en het delen van eenheden. Ook het ordenen of herschrijven van formules kan een leerling in deze categorie onderbrengen. Wanneer een leerling in deze categorie veel scoort is dat een probleem dat goed aangepakt kan worden met gerichte oefeningen.

Dit leidt tot de volgende foutcategorieën:

Categorie met referentie	Omschrijving	Verwoording
8 (VdB)	Goed en volledig opschrijven van het antwoord voor de opgave	Ik heb te weinig opgeschreven (denkstappen overgeslagen, of slechte notatie)
9 (VdB)	rekenfouten, (machten van 10) of breuken verkeerd aanpakken	Een rekenfout (en) gemaakt of Eenheid niet meegenomen

Controleren

Controleren is de laatste stap van het oplossingsproces (Polya1945). Afrondingsfouten kunnen hier gemakkelijk geïdentificeerd worden net als het vergeten van een eenheid of de verkeerde eenheid gebruiken. Om leerlingen op deze routine te wijzen heb ik categorie 10 toegevoegd.

Bij overschrijven van gegevens uit de opgave of de BINAS (2005) kunnen fouten gemaakt worden. Om leerlingen hierop te attenderen heb ik categorie 11 toegevoegd.

Categorie 12, mijn oplossing nagaan, blijft voor leerlingen heel moeilijk onder tijdsdruk. Zeker om het antwoord te verifiëren of er een zinnig antwoord gegeven is. Voor de volledigheid moet deze categorie er bij staan.

Categorie met referentie	Omschrijving	Verwoording
10 (VdB)	Het antwoord te gehaast en onvolledig gegeven, en dus niet gelet op correctheid van het antwoord.	Niet afgerond (significantie) of de verkeerde of geen eenheid geschreven
11 (Polya, Newton, (2007))	Overschrijffouten	Een overschrijffout gemaakt
12 (VdB, Newton (2007), Polya, (1945))	Nagaan van oplossing, is die zinnig?	Mijn oplossing niet nagegaan

Afsluiting

In de secties Oriënteren, Plannen, Uitwerken en Controleren zijn de foutcategorieën en hun keuze behandeld. Op de achterkant van het formulier kan de leerling zijn fouten per categorie optellen en zo een beeld krijgen welke fouten in zijn oplosproces hij het eerst kan aanpakken. Op de voorkant kan hij dan vervolgens voor zich zelf dit beeld opschrijven, opdat hij dit inzicht beter onthouden kan en zich daarmee kan verbeteren bij een volgende toets. Tot slot wordt de leerling gevraagd zijn mening te geven over dit formulier en hoe dit evaluatieproces beter kan. Dit rondt dit formulier af.

Onderzoek en resultaten

Opzet onderzoek

De insteek van het onderzoek is om de leerlingen zelf te laten kijken naar waar zij zich kunnen verbeteren in het maken van toetsen. Elk moment waarin zij met de toets bezig zijn en

nadenken wat zij fout gedaan hebben is daarvoor gebruikt. Verfijningen van welk moment het meest effectief is voor dit proces, bijvoorbeeld alleen nakijken, klassikaal behandelen van toetsopgaven, zelf nakijken van opgaven met correctiemodel, zijn genegeerd omdat de doorlooptijd van het proces van data verzamelen (een maand) erg kort was, en ik graag zoveel mogelijk data wilde verzamelen.

Het toetsevaluatieformulier is gebruikt in V6, V5 en V4 bij de evaluatie van toetsen van de derde periode begin april. Vervolgens in V6 bij een inhaaltoets midden april, en bij de examenvoorbereiding. Tot slot zijn de examenresultaten van V6 geanalyseerd door de gemaakte fouten te interpreteren met behulp van het formulier.

Ik heb deze toetsevaluatieformulieren gepresenteerd als toetshulpmiddel, maar meer heb ik er niet over gezegd. Het was mijn eigen onderzoek, dus daarom heb ik het stil gehouden. De start van deze toetsevaluatie was pas in april, terwijl het logischer is om bij aanvang van het schooljaar zo een proces in te voeren. De leerlingen hebben de formulieren ook niet teruggekregen als naslagwerk omdat ik ze als data heb gehouden. V4 en V5 heb ik de laatste les voor de laatste toets het formulier nog laten inzien, maar ze hebben het niet meegekregen.

De toetsevaluatieformulieren geven aanleiding tot twee typen analyses. Een verwachte kwantitatieve analyse van de typen aangemerkte fouten kan bij herhaling van de evaluatie een mogelijke leerverbetering zichtbaar kan maken, het doel van deze actie. Daarnaast, onverwacht, is er ook een kwalitatieve analyse mogelijk van de opmerkingen en voornemens van de leerlingen.

Kwantitatieve resultaten en discussie

In de kwantitatieve analyse zijn van de ingeleverde formulieren de aangemerkte fouten per categorie opgeteld. Voor de verschillen in toetslengte en aantallen ingeleverde formulieren is gecorrigeerd door deze factoren weg te delen. Dit geeft als eenheid totaal aan getelde fouten in een categorie/aantal ingeleverde formulieren/aantal opgaven van de toets. Deze eenheid maakt het mogelijk om de toetsevaluaties van verschillende klassen en toetsen te vergelijken. In deze analyse is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat een leerling in een opgave meer verschillende fouten aangemerkt zou kunnen hebben.

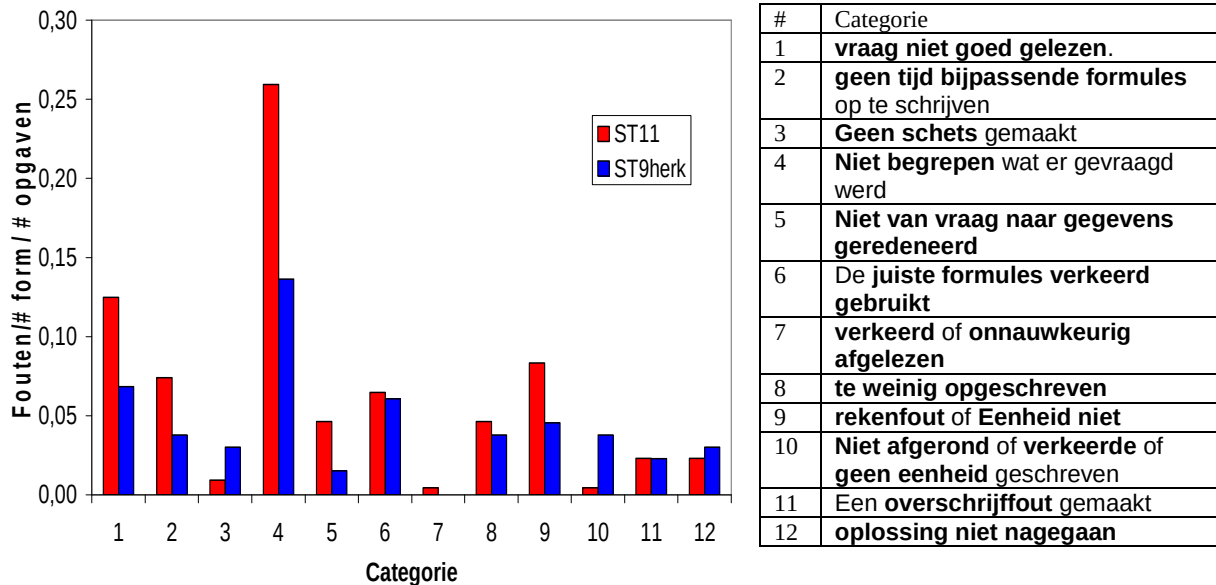
De PTA aanduidingen van de toetsen zijn gebruikt, respectievelijk ST11 en ST9, een herkansing, voor V6, ST7 voor V5, en ST3 voor V4. Belangrijk hierbij is dat de toetsen in V4 en V5 geen deel uitmaken van examendossier. Dit lijkt van invloed te zijn op de houding van leerlingen tegenover de toetsen.

V6 evaluatie

De evaluaties van de twee V6 toetsen kunnen goed vergeleken worden, omdat zij in korte tijd na elkaar zijn afgenomen (eind maart en begin april) en alle twee meetellen voor het examendossier. De eerste toets ging over het onderwerp materie en trillingen en golven en de tweede over mechanica. De toetsen hadden de zelfde tijdsduur (90 minuten), een zelfde aantal opgaven (12), en doen een vergelijkbaar beroep op het oplossend vermogen. Er zijn eindexamenopgaven gebruikt waarbij zowel geredeneerd als gerekend moest worden.

Bij de tweede toets leek er een evaluatiemoetheid op te treden bij leerlingen die de toets goed gemaakt hebben. Dit kwam tot uiting in hun commentaar op het formulier (verspilde tijd) en het niet inleveren er van.

V6, Gecorrigeerde fouten per categorie

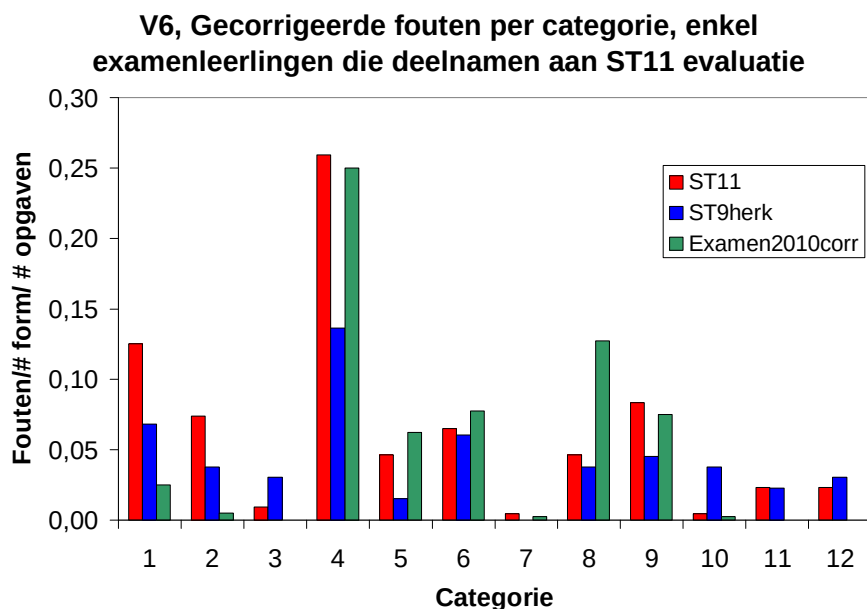


Figuur 2: Diagram met per categorie de resultaten van de toetsen ST11 en ST9 herk. (Zie bijlagen). De eenheid is totaal aantal gescoorde fouten per categorie, gedeeld door het aantal formulieren en door het aantal opgaven.

Uit het diagram met de gecombineerde gegevens komt duidelijk naar voren dat de categorie 1, het niet goed lezen van de opgave, en categorie 4, het niet weten wat te moeten doen, afnemen in de tweede toets ten opzichte van de eerste toets. Er lijkt hier een leerverbetering te zijn. Bij de scores van de eerste toets hebben twee leerlingen (nummer 1 en 15) meer dan 30 procent van het totaal aantal fouten gescoord in deze categorie 4. Deze leerlingen hebben niet het goede profiel gekozen en laten dat dan ook zo zien (toetscijfer respectievelijk 2,8 en 1,7). In de tweede toets lijkt er toch ook een leerverbetering te zijn voor deze twee.

De verschillen in de categorieën 5, 9 die afnemen (van 0,05 tot 0,02 en van 0,08 tot 0,05), en categorie 10, significantie en eenheid, die toeneemt (van 0,00 tot 0,04) lijken moeilijker te interpreteren wanneer je rekening houdt dat minder leerlingen de formulieren hebben ingevuld, en dat deze getallen met kleine aantallen corresponderen. Zo heeft bijvoorbeeld in categorie 10 een leerling in de tweede toets (op een slechte dag voor hem) drie rekenfouten maakt van de totaal vijf voor de hele klas. Dit geeft aan dat aan dat deze getallen niet teveel waarde gehecht moet worden, behalve dat deze ene leerling op moet letten voor rekenfouten.

Bij de analyse van het V6 eindexamen, een examen van 180 minuten en 25 opgaven, hebben leerlingen geen toetsformulieren ingevuld. Voor de classificatie van fouten zijn de toekenning van de behaalde punten en een selectie van de opgaven die eventueel conflictstof kon zijn in een gesprek met de 2^e corrector gebruikt. Wanneer bij een opgave niet alle te behalen punten zijn toegekend is dat als een fout geïnterpreteerd. Wanneer meer punten niet ware toegekend voor een opgave, is getracht dit toe te schrijven aan de belangrijkste fout, zodat niet meer dan een fout per opgave geadministreerd is. Om een verbetering voor dit instrument zichtbaar te maken zijn analyses van leerlingen die eerder voor ST11 geen formulier voor analyse hebben ingevuld en ingeleverd verwijderd uit de resultaten.



#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens geredeneerd
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

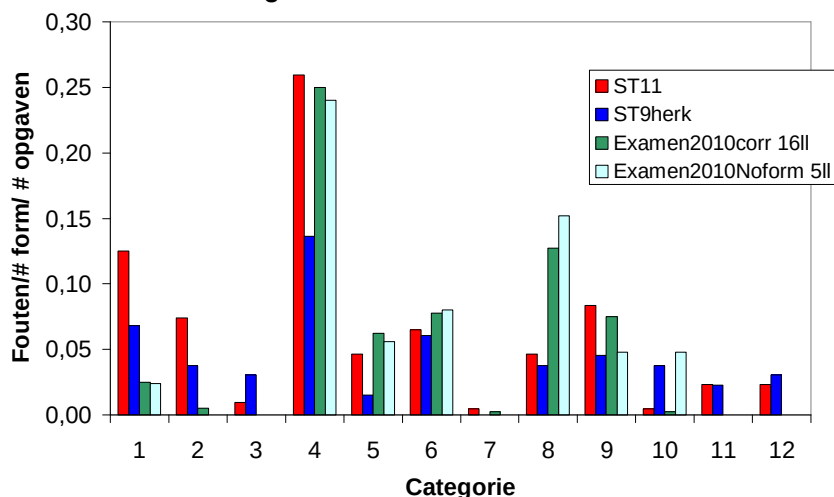
Figuur 3: Diagram met per categorie de resultaten van de toetsen ST11 en ST9 herkansing en het 1^e sessie examen(Zie bijlagen). De eenheid is totaal aantal gescoorde fouten per categorie, gedeeld door het aantal formulieren en door het aantal opgaven.

Bij de resultaten van het examen (figuur 3) kan worden opgemerkt dat het classificeren van fouten moeilijk is omdat gegist moet worden naar het denkproces van leerlingen tijdens het examen. Mogelijke foutoorzaken als de vraag niet goed gelezen, niet begrepen, de juiste formules verkeerd gebruikt of te weinig opgeschreven zijn moeilijk te onderscheiden uit het neergeschreven antwoord. Net als bij de eerdere toetsen bleek dat 2 leerlingen samen meer dan 30 procent bijdragen aan de scores in categorie 4, niet begrijpen wat er gevraagd wordt. Bij de resultaten van het examen (figuur 3) kan worden opgemerkt dat het classificeren van fouten moeilijk is omdat gegist moet worden naar het denkproces van leerlingen tijdens het examen. Mogelijke foutoorzaken als de vraag niet goed gelezen, niet begrepen, de juiste formules verkeerd gebruikt of te weinig opgeschreven zijn moeilijk te onderscheiden uit het neergeschreven antwoord. Net als bij de eerdere toetsen bleek dat 2 leerlingen samen meer dan 30 procent bijdragen aan de scores in categorie 4, niet begrijpen wat er gevraagd wordt.

Opvallend is dat slecht lezen van de opgave verbeterd lijkt te zijn, een belangrijk aspect voor het oplossen van eindexamenopgaven, zie figuur 3. Verder is het zo dat te weinig opschrijven en rekenfouten nog steeds veel voorkomen. Significantiemfouten lijken wel af te nemen. Een vergelijking met de resultaten van leerlingen die het formulier niet ingeleverd hebben ligt voor de hand, echter dit betreft slechts vijf leerlingen. Een kwantitatieve analyse heeft dan dus niet veel statistisch gewicht.

In figuur 4 zijn de analyses van de examenresultaten van vijf leerlingen die niet hebben meegewerkt als een aparte categorie toegevoegd aan het figuur.

V6, Gecorrigeerde fouten per categorie, enkel examenleerlingen die deelnamen aan ST11 evaluatie



#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens geredeneerd
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

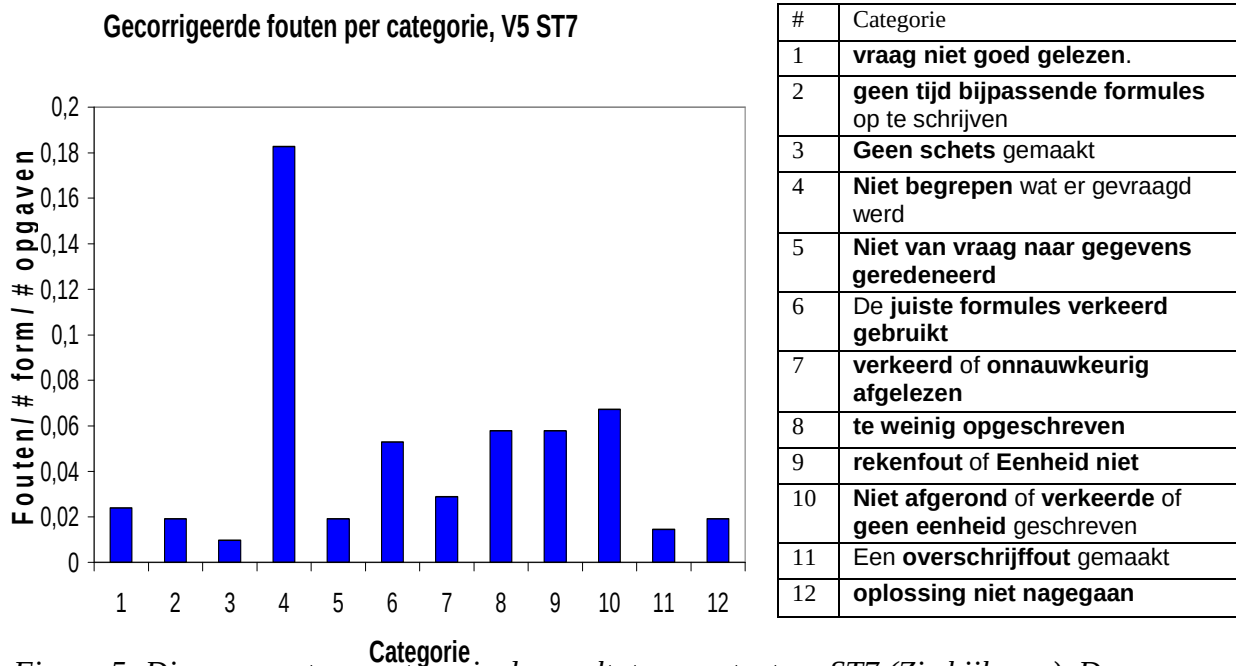
Figuur 4: Diagram met per categorie de resultaten van de toetsen ST11 en ST9 herkansing en het 1^e sessie examen, met onderscheid tussen de leerlingen die het formulier wel (16) en niet (5) gebruikt hebben (Zie bijlagen). De eenheid is totaal aantal gescoorde fouten per categorie, gedeeld door het aantal formulieren en door het aantal opgaven.

De gelijkvormigheid tussen de categorieën van leerlingen die wel en niet met het formulier gewerkt hebben is opvallend. Op het eerste gezicht kan geconcludeerd worden dat het gebruik van het formulier niets lijkt uit te maken. De verbetering in het lezen van opgaven lijkt voor beide categorieën leerlingen behaald te worden (categorie 1), net als dat de categorie niet weten waar de opgave over gaat (nummer 4) ook hoog scoort. Alleen het netjes werken, categorieën 8,9, en 10 lijkt te verbeteren, echter dit kan hier ook aan individuele leerlingen worden toegeschreven. Echter bij deze conclusie moet net als bij figuur 3 worden opgemerkt dat de eindexamenresultaten geïnterpreteerd zijn met het formulier, en dat bij de toetsen het formulier door de leerlingen zelf is ingevuld. Dit kan een systematisch verschil geven tussen deze resultaten. Het beoogde effect van het formulier is immers dat de leerling zelf tot inzicht komt waar hij zich mee kan verbeteren.

Bij een directe vergelijking van de cijfers van het centraalexamen met het schoolexamen is er een zeer klein verschil te zien in het voordeel van de leerlingen die wel met het formulier hebben gewerkt, namelijk per leerling met formulier (16 leerlingen) een verbetering van +0,16 vs. -0,28 per leerling zonder formulier (5 leerlingen), zie bijlage.

V5 evaluatie

In de evaluatie van de V5 toets, een toets over trilling en golven, is opvallend hoe hoog ook hier categorie 4 scoort. In deze toets zijn ook eindexamenopgaven gebruikt voor redeneren en rekenwerk. Dit is terug te zien in de grootte van de categorieën 4, 8, 9, en 10.

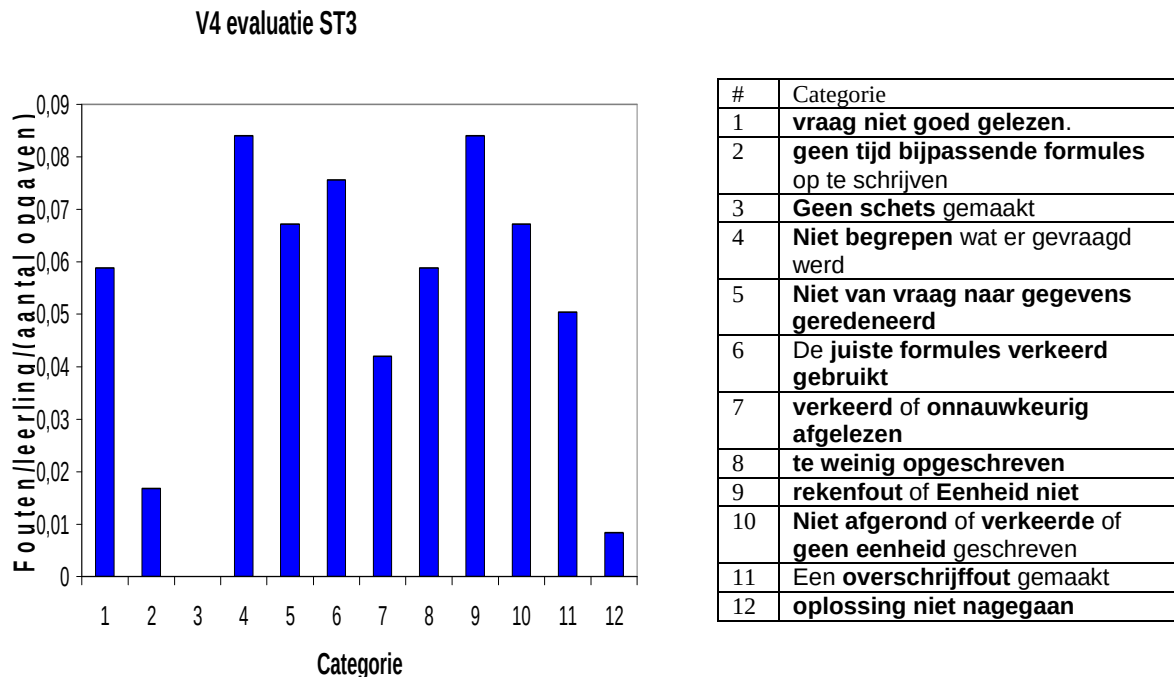


Figuur 5: Diagram met per categorie de resultaten van toetsen ST7 (Zie bijlagen). De eenheid is totaal aantal gescoorde fouten per categorie, gedeeld door het aantal formulieren en door het aantal opgaven.

Een leerverbetering is hier onduidelijker, omdat ST8 niet geëvalueerd is door de leerlingen. Deze toets van de 4^e periode was een kleinere toets (45 minuten versus 90 minuten) en ging over radioactiviteit en de gaswetten. Hier was duidelijke te zien dat leerlingen die de lesstof geleerd hadden (anders de zwakkeren) een hoger cijfer dan leerlingen die dat niet hadden (anders de sterken). Een eindejaarseffect, genoeg doen om over te gaan, was de belangrijkste factor in deze laatste toets van het schooljaar. De toets telt immers niet mee voor het examendossier. Over een mogelijke leerverbetering is dan ook niets te zeggen.

V4 evaluatie

De ST3 toets van V4 duurde 45 minuten en had 7 opgaven. Het patroon van de V4 toetsevaluatie laat niet een grote categorie 4 zien zoals de evaluaties van V5 en V6. Dit verschil voor de V4 resultaten is mogelijk toe te schrijven aan het niet gebruiken van eindexamenopgaven en/of andere toetsonderwerpen, namelijk elektrische schakelingen en signaalverwerking (systeembord). Deze onderwerpen beperken zich tot duidelijke vragen en rekensommen met een beperkte set formules. Ten opzicht van categorie 4 zijn er relatief veel fouten in de categorie 5, niet van vraag naar antwoord geredeneerd, een aanpak waar deze onderwerpen zich goed voorlenen. Ook de categorie 6, de juiste formule niet goed gebruikt, en rekenfouten in categorie 9 lijken logisch voor deze onderwerpen.



Figuur 6: Diagram met per categorie de resultaten van toetsen ST3 (Zie bijlagen). De eenheid is totaal aantal gescoorde fouten per categorie, gedeeld door het aantal formulieren en door het aantal opgaven.

De laatste toets van het jaar ST4 is niet door de leerlingen geëvalueerd. Deze duurde 45 minuten en had 3 grote opgaven over de onderwerpen warmte, breking en lenzen. Dit was een pittige toets die relatief veel inzicht vroeg, en waarbij veel leerlingen 1 van de 3 vragen nauwelijks beantwoordden. Het bij de V5 evaluatie al genoemde eindejaarseffect leek hier ook op te treden. Het is dan ook niet mogelijk om hier een uitspraak te doen over een mogelijke leerverbetering.

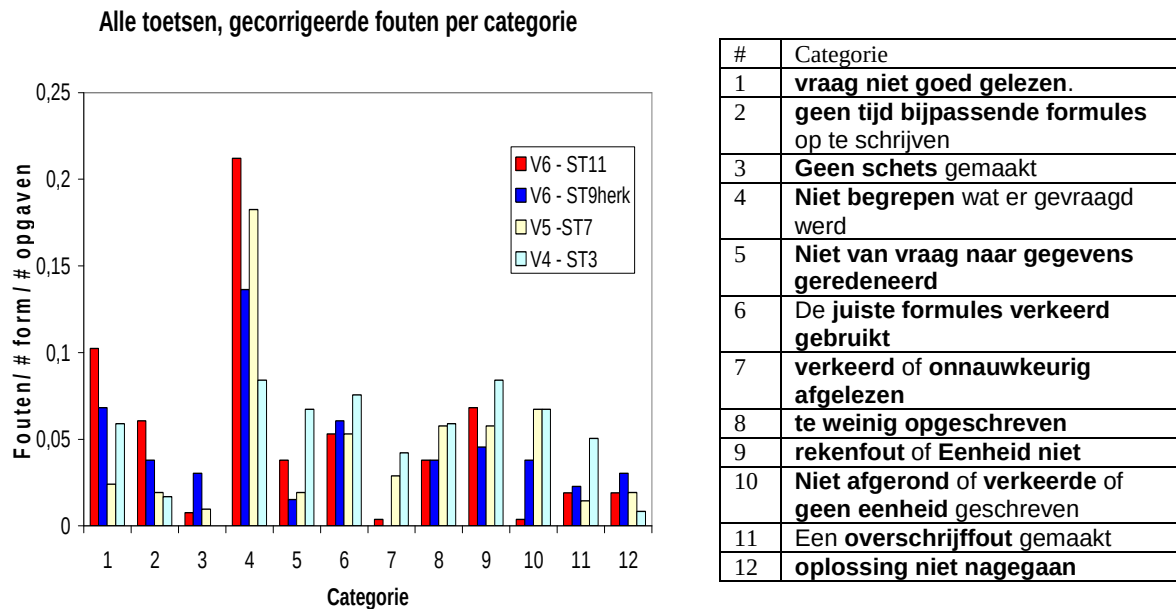
Evaluatie van V6, V5 en V4

De kwantitatieve resultaten van V4, V5 en V6 betreffen toetsen met verschillende onderwerpen en opgaven. De klassen hebben vanwege de leeftijdsverschillen niet het zelfde probleemoplossende vermogen, en zullen dus anders op opgaven kunnen reageren. De resultaten van toetsevaluaties (zonder de examenanalyses) staan in figuur 6.

Uit figuur 6 kan geconcludeerd worden dat een hoge score in categorie 4, het niet begrijpen van de opgave, voor V6 en V5 is waarschijnlijk het gevolg van het gebruik van eindexamenopgaven tegenover "gewone" opgaven (V4). In de examenopgaven wordt een groter beroep gedaan op het oplossend vermogen van leerlingen, meer analysestappen in de oplossing en een grotere keuze van mogelijke oplosstrategieën, dan bij de relatief meer op het onderwezen domein toegespitste opgaven van V4. De lagere score in categorie 4 voor V4 kan daarom zeer goed toegeschreven worden aan het type toetsonderwerp, elektriciteit en systeembord voor V4 met een duidelijk eigen oplosmethodiek, versus mechanica en materie

en T&G voor V5 en V6, elk met een uitgebreidere oplosmethodiek. Wanneer dit getoetst wordt, komt het niet begrijpen van de opgave vaker voor.

Kijkend naar de resultaten van V6 is het aannemelijk dat er al na twee keer evalueren een leereffect is bij leerlingen voor het beter lezen van toetsopgaven en het netter werken m.b.t. significantie, rekenfouten en eenheden. En dat is een snel resultaat. Een vergelijking met de examencijfers lijkt een kleine verbetering te geven ten opzichte van leerlingen die niet met het formulier hebben willen werken. Gezien de aantallen leerlingen is het niet gerechtvaardigd



Figuur 6: Diagram met per categorie de resultaten van toetsen ST11, ST9 herk van V6, ST7 van V5, en ST3 van V4(Zie bijlagen). De eenheid is totaal aantal gescoorde fouten per categorie, gedeeld door het aantal formulieren en door het aantal opgaven.

om hier een zwaarwegende conclusie uit te trekken. De analyse van het examenwerk geeft een zelfde patroon van foutcategorieën. Gezien de opmerkingen op de formulieren van leerlingen lijkt dit instrument structuur te bieden aan leerlingen die er voor open staan, en op die wijze in een behoefte te voorzien.

De toetsevaluatie heeft bij V4 en V5 slechts voor een enkele toets plaatsgevonden. De betreffende toetsen maken geen deel maken uit van het examendossier, waardoor leerlingen bij het maken van de volgende toets, de laatste van het jaar, net genoeg doen om over te gaan. Daarom trek ik voor deze klassen geen conclusies over een mogelijke verbetering.

Kwalitatieve resultaten

Op de voorkant van het formulier schrijven leerlingen hun conclusies en voornemens voor de volgende toets. De tevredenheid met het resultaat beïnvloedt de scherpthe in de evaluatie. Bij een goed resultaat voelen leerlingen weinig voor een analyse over wat ze misschien beter kunnen doen. Het nut van het formulier is dan beperkt. Deze houding kwam in alle klassen naar voren. Dit gedrag, namelijk dat na het maken van de toets de focus van de leerlingen niet meer op het toetsonderwerp gericht is, pleit ervoor dit instrument in te zetten bij eerdere, zogenoemde diagnostische toetsen, wanneer leerlingen opgaven maken en zo inzicht krijgen in hoeverre ze de toetsstof beheersen. Op dat moment is de focus voor het resultaat er nog wel.

Uit opmerkingen blijkt ook dat naarmate de leerlingen concretere acties voor zichzelf kunnen formuleren, ze de oplosmethodieken beter beheersen. Fouten in categorie 4, niet begrijpen van de opgave, in combinatie met een opmerking als harder werken is een zeer duidelijke aanwijzing dat de leerling mogelijk de lesstof en de oplosmethodes niet meester is. De formulieren geven de docent zo informatie voor opvolgacties, toegespitst op de behoefte van de leerling.

Verder bleek dat veel leerlingen dit formulier niet in willen vullen, onafhankelijk van hun toetsresultaat. Dit kan zijn om dat ze liever niet naar zichzelf willen kijken, of dat ze niet willen dat de docent deze informatie ziet. Dit blijkt uit nietszeggende voornemens als beter leren, opmerkingen als ik hoef niets te verbeteren, of het invullen van het formulier is verspilde tijd. Bij V6 is dat min of meer de helft, in V5 de goede leerlingen, in V4 zijn het er een paar. In deze laatste klas is een groot deel nog wel open over zijn mogelijkheden om zichzelf te verbeteren.

Dit lijkt raar. Waarom wil V4 wel, en V5 en V6 niet? Westenberg et al. (2004) hebben een model opgezet voor de sociale ontwikkeling van adolescenten. Dit lijkt van toepassing op deze observatie. In dat model, waarin de leeftijds aanduidingen een indicatie zijn, volgt op een impulsieve fase (8-10 jaar) waarin de adolescent aan elke gril toegeeft, een zelfbeschermende fase (12- 14 jaar) waarin de adolescent zich afsluit om zich zelf te beschermen. Deze wordt gevolgd door een conformistische fase (van 14-16 jaar) waarin de adolescent zich aanpast aan wat om hem heen gebeurt. Dit is terug te zien in de meegaandheid van V4 in het invullen van het formulier. Het is aan te nemen dat de meerderheid van de V4 leerlingen zich in deze fase bevindt. De hierop volgende zelfbewuste fase (vanaf 16 jaar) kenmerkt zich doordat de adolescent eigen gevoelens en wensen nastreeft, ook als dat tegen een algemene wens ingaat. Het afwijzen van een toetsevaluatie zoals dat in dit onderzoekje gebeurt is, kan hiermee verklaard worden. Echter het meewerken aan een toetsevaluatie, inzien dat je hier beter van kan worden, is dan moeilijker te interpreteren. Het kan voortkomen uit dat de leerling zich nog in de voorafgaande conformistische fase bevindt, of dat de leerling al in de zelfbewuste fase een bewuste keuze maakt omdat hij inziet dat hij hier iets kan leren. Onderscheiden van deze twee houdingen vergt een ander onderzoek dan met dit toetsevaluatieformulier beoogd wordt.

Verbetering van formulier en evaluatieprocedure

Het formulier geeft onderaan de mogelijkheid om aan te geven hoe dit formulier of de evaluatieprocedure nog verbeterd kunnen worden. Naast opmerkingen als ‘niet’ of een blanco vel, zaten er ook opmerking bij om dit formulier bij elke toets te gebruiken. Over de lay-out of vraagstelling kwamen geen opmerkingen. Echter een kleine minderheid stelt een structureel gebruik van zo een formulier voor.

Conclusie

Ondanks de beperkte grootte en doorlooptijd van dit onderzoek zijn er aanwijzingen dat het gebruik van een toetsevaluatieformulier leerlingen kan helpen in het oplossen van natuurkundeopgaven. In de eerste toepassing ervan worden leerlingen gewezen op snel verbeterbare fouten als niet goed en te snel lezen van de opgaven, rekenfouten, en fouten met significantie en eenheden. Door te wijzen op het belang van goed lezen en de tijd te nemen om goed te lezen, kunnen rust en expertgedrag bij leerlingen bevorderd worden. Verder worden slordigheden in toegepaste methodieken duidelijk gemaakt. In deze twee facetten van het oplossen is snel vooruitgang te boeken. Daarom kan gebruik van zo een formulier in examenklassen met dit oogmerk zeer effectief zijn.

Voor het aanleren van betere oplosmethodieken met betrekking tot het analyseren van problemen en zoeken naar oplossingen, lijkt het evaluatieformulier in deze opzet te generiek geformuleerd. Bij een opzet met foutencategorieën specifiek voor het te toetsen domein kan onderzocht worden of dit instrument kan bijdragen aan het leren van de specifieke oplosmethodes. De verwachting is dat de opmerkingen van leerlingen dan concreter worden

en het aantal fouten in categorie 4, het niet begrijpen van de opgave, sterk af zal nemen. Dit kan uit de resultaten bij V4 afgeleid worden

De kwalitatieve informatie van het instrument geeft de docent inzicht in hoeverre de leerling de lesstof meester is. Wanneer dit dan gebruikt wordt in de aanloop naar een toets of examen kan deze informatie gebruikt worden voor correctieve acties voordat het toetsmoment plaatsgevonden heeft. In de tweede fase waarbij er relatief weinig toetsmomenten zijn om inzicht te krijgen in de voortgang van leerlingen kan het gebruik van zo een instrument van nut zijn.

Verder toont het toetsevaluatieformulier de sociale ontwikkeling van leerlingen. Het model van Westenberg et al. (Westenberg2004) beschrijft de waargenomen respons op het gebruik van het formulier goed. In de conformistische fase zoals die van toepassing is op V4 werken leerlingen mee. In de zelfbewuste fase zoals die van toepassing is op V5 en V6 kan de keuze om mee te werken of zich te onttrekken aan de evaluatie te maken hebben met het zoeken naar hun eigenheid. Bij medewerking is dan onduidelijk of leerlingen zich in deze fase bevinden of dat ze nog in de conformistische fase zijn. Voor dit onderscheid is ander onderzoek nodig, en ligt buiten het bestek van dit onderzoek, dat gericht is op een leerverbetering voor het maken van toetsen.

Concluderend kan dan gesteld worden dat er aanwijzingen zijn dat dit instrument leerlingen kan helpen om zich te verbeteren in het maken van toetsopgaven, en dat dit instrument beter lijkt te werken wanneer de leerlingen een goede focus op de toets hebben.

Verder kan opgemerkt worden dat het formulier beter geïntroduceerd kan worden in de klas. Het gewenste gedrag, hier de bijpassende oplosmethode, en de rol van het formulier kunnen dan een duidelijker plaats in het onderwijsprogramma krijgen waardoor het gestructureerd maken van opgaven ondersteund wordt.

Discussie

In deze studie is leerlingen gevraagd hun toetsen te evalueren om hun verbeterpunten te vinden. Hiervoor is op een formulier het gewenste gedrag, een oplossingsproces, beschreven in verschillende stappen, waarbij elke stap geformuleerd is als een fout die de leerling mogelijk gemaakt heeft. In de evaluatie kiest de leerling welke fouten hij heeft gemaakt. Uit de aantallen van de gevonden fouten leidt hij zijn verbeterpunten af.

Dit reflectie-instrument lijkt makkelijk te implementeren voor een resultaatsverbetering. Daarom heeft deze studie de subtitel ‘picking the low hanging fruit’ mee gekregen.

Het doel van de methode is dat de leerling inzicht krijgt waar hij afwijkt van het gewenste gedrag, in deze studie welke fouten hij maakt, en waar en hoe hij zich kan verbeteren. Begrip voor de afwijkingen van het gedrag, de eigen fouten, lijkt te leiden tot een rustiger aanpak van het maken van de opgaven, met de daarbij komende verbetering. Deze methode kan opgevat worden als constructivistisch en reflectief (Simon), omdat de leerling zelf tot inzicht komt waar hij zich kan verbeteren. Echter een nauwkeuriger aanduiding voor een methode met een formulier is de term zelfevaluatie, omdat de leerling zijn proces niet zelf vorm geeft zoals bij reflectie, maar er bij geholpen wordt met een instrument.

Zelfevaluatie is een wijd verbreide aanpak in industriële procesverbetering (Schmelzer & Sesselmann, 2008) en maakt ook opgang in het onderwijs (McBeath, 2004). Echter, in dit laatste geval beperkt de zelfevaluatie zich tot de organisatorische aspecten van het onderwijs. Er is dus op dit moment ruimte om deze aanpak, leerlingen zelf hun gedrag vergelijken met het gewenste gedrag, in de core business van het onderwijs, het lesgeven en het toetsen, te onderzoeken.

Voor het onderzoeken van de effectiviteit van deze methode moet deze vergeleken worden met een kennisoverdrachtmodel (Simons) waarin de docent aangeeft welke type fouten een

leerling gemaakt heeft. Het instrument wordt in dat geval onderzocht in combinatie met een controle groep zonder instrument. Als deel van het onderzoek kunnen leerlingen voor het maken van een toets geconfronteerd worden met eerder ingevulde toetsevaluatieformulieren, opdat ze hun voornemens goed voor ogen hebben wanneer ze een toets moeten leren en maken. Naast het vergelijken van patronen in foutcategorieën in de groep met het instrument, kunnen dan ook de gemaakte toetsen van beide groepen geanalyseerd worden voor de verschillende foutcategorieën om de leeropbrengst scherper te krijgen.

Toepassing van zelfevaluatie bij onderwerpen met domeinspecifieke oplosmethodes, zoals free body diagram voor mechanica en constructies voor optica, ligt voor de hand wanneer deze onderwezen worden.

Wanneer rekening gehouden wordt met de aandacht van leerlingen voor een toetsonderwerp, moet dit dan gebeuren voordat de reguliere toets plaatsvindt. Het effect van het instrument kan dan groter zijn, omdat leerlingen dan nog steeds naar een toets toewerken en het onderwerp in hun hoofd nog niet hebben afgerond.

De conclusies van de leerlingen geven informatie hoe je als docent met leerlingen om moet gaan. Wanneer de leerling de stof redelijk beheerst kan hij concrete acties op schrijven, en wanneer niet, uit hij zich in vage termen als harder leren. Dit geeft de docent de informatie dat hier de specifieke kennis opnieuw onder de aandacht gebracht moet worden.

Bij regulier gebruik van het instrument ligt een toepassing van ICT voor de hand. Leerlingen vullen de formulieren online in, en de docent kan dan een volautomatische analyse krijgen, per leerling, per klas, per leerjaar, per docent, etc. Echter het effect van een klassikaal contact bij een uitleg, en de groepsdruk om dan mee te doen met de evaluatie moet niet uit het oog worden verloren. Wanneer een leerling een formulier thuis alleen invult kunnen er heel andere effecten optreden dan wanneer hij dit in klassikaal verband doet. Zelfs het zelf nakijken met een antwoordmodel versus een klassikale uitleg bij gebruik van het instrument zou tot andere resultaten kunnen leiden. Ook deze aspecten kunnen een onderwerp zijn voor een deelonderzoek naar de optimale condities voor dit instrument.

Bij grotere aantallen leerlingen kan ook nog het geslacht van leerlingen meegenomen worden in de analyse. De hypothese moet dan zijn dat meisjes vanwege hun vooronderstelde eerdere volwassenwording en conformistischer gedrag makkelijker bereid zijn mee te werken aan evaluatieactiviteiten dan jongens. Dit zou dan moeten leiden tot een observatie dat het instrument effectiever is bij meisjes dan bij jongens.

Uit bovenstaande mogelijkheden kan men een eerste vervolgstudie formuleren waarin dit instrument wordt geoptimaliseerd voor een toetsonderwerp met een domeinspecifieke oplosmethode. In combinatie met diagnostische toetsen kunnen leerlingen dan kijken in hoeverre ze de lesstof beheersen. Om de effectiviteit van het instrument dan goed te onderzoeken moet er dan een controle groep zijn die zowel de diagnostische toetsen als de reguliere toetsen maakt.

In de discussie hierboven is dit instrument alleen besproken in de context van het schoolvak natuurkunde op het VWO. Toepassing bij Havo en andere schoolvakken lijken op dit moment niet onderzochte gebieden. Andere bètavakken hebben vergelijkbare domeinspecifieke oplosmethodieken als bij natuurkunde, en lenen zich daarom goed voor een vergelijkbaar onderzoek naar dit instrument. Daarnaast is het ook mogelijk de toepassing van het instrument bij alfa- en gammavakken te onderzoeken. Immers ook deze schoolvakken hebben toetsopgaven met hun eigen gewenste (oplos-) gedrag. Wanneer dit vertaald wordt in foutcategorieën kan de effectiviteit van dit instrument ook binnen deze vakken onderzocht worden.

Literatuurlijst

- Arveson, 1998 P. Arveson, 1998 @
<http://www.balancedscorecard.org/thedemingcycle/tabid/112/default.aspx>
- BINAS, 2005 *Binas havo/vwo 5e editie Noordhoff, ISBN: 978-90-01-89380-4*
- Boekaerts, 1999 Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: where are we today? *International Journal of Educational Research*, 31, 445–457.
- Boud&al, 1985 Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (1985). What is reflection in learning?. In D. Boud, R. Keogh, & D. Walker (Eds.), *Reflection: turning experience into learning* (pp. 85–90). New York: Nichols Publishing Company.
- Chi et al., 2001 Chi, M. T. H., Siler, S. A., Jeong, H., Yamauchi, T., & Hausmann, R. G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25, 471–533.
- Crone, 2008 Eveline Crone, *Het Puberende brein*, Bert Bakker 2008.
- Deming, 1950 Deming cyclus, <http://nl.wikipedia.org/wiki/Kwaliteitscirkel>
- Dewey, 1993 Dewey, J. (1933) *How We Think*, New York: D. C. Heath.
- Ertmer, 1996 Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1996). The expert learner: strategic, self-regulated, and reflective. *Instructional Science*, 24, 1–24.
- Han, 1995 Han, E.P. 1995 op BNET:
http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3614/is_199507/ai_n8731473/
- Kohnstamm, 2002 Kohnstamm, R, *Kleine ontwikkelingspsychologie*, deel 3, Bohn Stafleu van Loghum 2002.
- Kolb Kolb, van <http://www.thesis.nl/kolb/>
- Korthagen, 1998 Korthagen, F.A.J. (1998). Uit: Fonderie-Tierie, L. en J. Hendriksen (red.). *Begeleiden van docenten*. Baarn: H. Nelissen, B.V.
- Kuo, 2004 Kuo, Vince, "An explanatory model of physics faculty conceptions about the problem-solving process, Thesis, University of Minnesota, 2004.
- Lee, 1998 Lee, A. Y., & Hutchison, L. (1998). Improving learning from examples through reflection. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 4, 187–210.
- McBeath, 2004 John McBeath, *The Self evaluation file*, als *Het Zelfevaluatie pakket*, uitgave van Q5, nu opgegaan in de VO-raad. Contactpersoon Annette Kerkstra
- Newton, 2007 Newton, *Natuurkunde voor de 2e fase*, ThiemeMeulenhoff, 2007
- Pintrich, 1993 Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53, 801–813.

- Pintrich, 1999 Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31, 459–470.
- Pintrich, 2000 Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451–502). San Diego CA: Academic Press.
- Polya, 1945 Polya, G. *How to solve it*. 1945, 2nd edition, Penguin 1990
- Schmelzer & Sesselmann, 2008 Schmelzer & Sesselmann, H.J. Schmelzer & W Sesselmann, *Geschaefitprozessmanagement in der Praxis*, blz 376 ff, 6^e druk, Carl Hanser Verlag Muenchen, 2008.
- Schön, 1983 Schön, D. (1983) *The Reflective Practitioner. How professionals think in action*, London: Temple Smith. Via Smith1996
- Simons, 1999 Kennisoverdrachtsmodel, zie o.a. Simons, nov 1999
- Smith, 1996 Smith, Mark 1996, 1999 op <http://www.infed.org/biblio/b-reflect.htm>
- Spijkerboer, 2009 L. Spijkerboer, workshop, woudschotenconferente 2009, toetsevaluatieformulier zonder bronvermelding
- Stevin, 2007 Stevin methode, 2007, zie L. Mathot en H Biezeveld op www.stevin.org
- Van den Boom, 2004 Van den Boom, 2004: Gerard van den Boom*, Fred Paas, Jeroen J.G. van Merriënboer, Tamara van Gog, *Computers in Human Behavior* 20 (2004) 551–567, www.elsevier.com/locate/comphumbeh
- Van den Berg, 1983 Van den Berg, J.S. *Natuurkunde vraagstukken oplossen*, thesis Eindhoven, 1983
- VdB Van den Berg, J.S. *Natuurkunde vraagstukken oplossen*, thesis Eindhoven, 1983, Bijlagen 1 en 2.
- Von Wright, 1992 Von Wright, J. (1992). Reflections on reflection. *Learning and Instruction*, 2, 59–68.
- Westenberg, 2004 P. Michiel Westenberg, Stuart T. Hauser, Lawrence D. Cohn, 595-evv. in *Comprehensive Handbook of Psychological Assessment*, Volume 2, edited by Michel Hersen, Mark J. Hilsenroth, Daniel L. Segal – 2004
- Zimmerman, 1998 Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: an analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk, & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice* (pp. 1–19). New York: Guilford Press.
- Zimmerman, 2000 Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation—a social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). San Diego CA: Academic

Dankwoord

Dit onderzoek is tot stand gekomen met de medewerking van de klassen V4, V5 en V6 van het Rembrandtcollege te Veenendaal in april 2010. Zij hebben de formulieren ingevuld, zonder dat ze precies wisten waarvoor ze dit deden. Verder dank ik de schoolleiding en de heer G. van den Brink in het bijzonder voor hun medewerking bij het volgen van de opleiding tot 1^e graadsleraar op de technische universiteit Twente.

Voor de begeleiding van dit onderzoek dank ik mijn begeleider dr. Ir. H.J. Pol voor zijn aanstekelijke enthousiasme voor dit onderwerp.

Tot slot bedank ik mijn thuisfront H      , Maurits en Berend. Zonder hun hulp en support was deze studie niet mogelijk geweest.

Bijlagen

Toetsreflectieformulier

Op de volgende 2 bladzijden staan de twee zijden van het gebruikte toetsevaluatieformulier

Toetsanalyse formulier voor toets

Naam

Klas.....

Datum.....

Titel onderwerp

Welk cijfer heb je gehaald voor deze toets? :

Heb je dit cijfer verdiend of vind je dat je meer of minder had verdiend? Leg uit waarom.

Ga nu bij de behandeling van de toets na wat voor soort fouten je hebt gemaakt. Kruis daarvoor de fouten aan op de achterkant van dit formulier. Ga pas door met het verder invullen van deze kant wanneer je de achterkant hebt ingevuld en de kruisjes per type fout hebt opgeteld. Schrijf hier onder welke 3 typen fouten het meest voor kwamen.

1) _____

2) _____

3) _____

Schrijf hier onder wat je gaat doen om deze fouten bij de volgende toets te vermijden.

Ik ga..

Heb je iets gehad aan deze toetsanalyse, of was dit verspilde tijd? Verklaar je antwoord.

Hoe kan dit analyseformulier verbeterd worden? Geef hier onder je suggestie (s):

Vul steeds in hoeveel je hoeveel punten je kreeg voor een opgave er behaald hebt.			Wat ging er mis? Meerdere hokjes aankruisen bij een opgave is mogelijk											
			ORIENTATIE				PLANNING			UITWERKING		CONTROLE		
			De vraag niet goed gelezen. Ik ben te haastig begonnen voordat ik de vraag begreep.	Ik heb geen tijd genomen om de bijpassende formules op te schrijven	Geen schets gemaakt	Niet begrepen wat er gevraagd werd	Niet van vraag naar gegevens gekeerd (of omgekeerd)	De juiste formules verkeerd gebruikt	Het diagram of tabel verkeerd of onnauwkeurig afgelezen	Ik heb te weinig opgeschreven (denkstappen overgeslagen, of slechte notatie)	Een rekenfout (en) gemaakt of Eenheid niet meegenomen	Niet afgerond (significantie) of de verkeerde eenheid geschreven	Een overschrijft gemaakt	Mijn oplossing niet nagegaan
	Opg	Aantal mogelijke punten	Aantal behaalde punten	1										
				2										
				3										
				4										
				5										
				6										
				7										
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										
				13										
				14										
				Tot										

Categorieën

In de behandeling van de resultaten wordt regelmatig naar een (fout) categorie verwezen. De gebruikte nummers refereren naar de volgende omschrijvingen:

Categorie	Omschrijving	Verwoording
1	Aandacht gegeven aan het lezen van de vraag. Vaak wordt deze niet goed gelezen leerlingen.	De vraag niet goed gelezen . Ik ben te haastig begonnen voordat ik de vraag begreep.
2	Het relateren van de opgave aan andere theorie kan gedaan worden door bijpassende formules te selecteren.	Ik heb geen tijd genomen om de bijpassende formules op te schrijven
3	Een schets maken kan helpen om een moeilijke situatie te visualiseren	Geen schets gemaakt
4	Het niet weten hoe aan een opgave aangepakt moet worden.	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Zonder duidelijk plan aan de opgave begonnen	Niet van vraag naar gegevens geredeneerd (of omgekeerd)
6	Gebruikt van formules zonder dat de juiste oplossing duidelijk is.	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	Aflezen van diagrammen	Het diagram of tabel verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	Goed en volledig opschrijven van het antwoord voor de opgave	Ik heb te weinig opgeschreven (denkstappen overgeslagen, of slechte notatie)
9	rekenfouten, (machten van 10) of breuken verkeerd aanpakken	Een rekenfout (en) gemaakt of Eenheid niet meegenomen
10	Het antwoord te gehaast en onvolledig gegeven, en dus niet gelet op correctheid van het antwoord.	Niet afgerond (significantie) of de verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Overschrijffouten	Een overschrijffout gemaakt
12	Nagaan van oplossing, is die zinnig?	Mijn oplossing niet nagegaan

Tabellen met resultaten

In de tabellen geeft kolom # het leerlingnummer aan en rij F/1/(#O) het totaal aantal geëvalueerde fouten per categorie, gedeeld door het aantal ingevulde formulieren, gedeeld door het aantal opgaven.

V6 resultaten ST11

#	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,8	1			10								
2	5,7	1	2	1		2		1	1	1			1
3	4,4	4	2	1	4	3	1		2	1		1	1
4	8,3	1			1					2			
5	3,0	1			4	1	2		2	2		1	
6	5,4	1	1		4	2	1		1	1		1	1
7	4,4												
8	5,8	3			3		1		1	3			
9	5,0	3			4		2		1				
10	7,7	1			2		1			2			
11	7,1				1								1
12	7,1	1					2		1	1			
13	7,5												
14	9,0				1								
15	1,7	1	2		11					1			
16	4,6				5		2			1		1	1
17	6,7	3			2								
18	4,8				1		1						
19	4,4		9		1	2				1			
20	5,0												
21	6,5												
22*	5,5	6			2		1		1	2	1	1	
Gem.	5,6												
Som		27	16	2	56	10	14	1	10	18	1	5	5
F/I/(#O)		0,10	0,06	0,01	0,21	0,04	0,05	0,00	0,04	0,07	0,00	0,02	0,02

Resultaten van een toets met 12 opgaven, en 18 ingeleverde formulieren. 22* geeft een leerling aan met een natuurkunde 1 examen.

#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

V6 resultaten ST9 herkansing

#	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5,1	1	1		3							2	3
2	5,1												
3	6,4	1	2	2	2	1			1				1
4	9,4									2			
5	4,9	3	1				2				1		
6	8,3				2	1	2			2	3	1	
7	2,7			1	2		1						
8	7,9	1			2					1			
9	4,4												
10	8,3						2		2				
11	8,3												
12	6,4	2	1	1	3		1		1	1			
13	--												
14	8,9												
15	2,2												
16	5,7												
17	7,6				4						1		
18	2,9												
19	6,4												
20	7,9												
21	8,5	1							1				
22*	5,7												
Gem	6,3												
Som		9	5	4	18	2	8	0	5	6	5	3	4
F/I/(#O)		0,07	0,04	0,03	0,14	0,02	0,06	0,00	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03

Resultaten van een toets met 12 opgaven, en 11 ingeleverde formulieren. – geeft aan dat de leerling de toets niet heeft gemaakt. 22* geeft een leerling aan met een natuurkunde 1 examen.

#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

V6 Examen 2010, 1^e sessie, leerlingen die het formulier gebruikt hebben

#	Cijfer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4,2	1	0	0	18	0	1	0	2	1	0	0	0
2	6,1	1	2	0	5	2	2	0	3	5	0	0	0
3	5,7	1	0	0	9	2	1	0	4	2	0	0	0
4	8	0	0	0	3	3	2	1	1	1	0	0	0
5	5,7	2	0	0	8	3	1	0	3	2	0	0	0
6	6,3	1	0	0	6	1	4	0	3	3	0	0	0
7	4												
8	8,3	0	0	0	1	3	1	0	3	2	0	0	0
9	6,9	1	0	0	6	2	3	0	2	1	0	0	0
10	7,6	1	0	0	4	2	1	0	3	0	0	0	0
11	7,8	0	0	0	4	1	2	0	3	1	0	0	0
12	6,2	0	0	0	5	1	4	0	7	2	0	0	0
13	5,6												
14	8,2	0	0	0	3	0	1	0	5	1	0	0	0
15	3,5	0	0	0	13	0	3	0	2	5	0	0	0
16	6	1	0	0	7	2	1	0	5	0	1	0	0
17	8,1	0	0	0	2	1	1	0	3	3	0	0	0
18	5,2	1	0	0	6	2	3	0	2	1	0	0	0
19	7,5												
20	7,5												
21	7,3												
Gemiddeld	6,2												
Som		10	2	0	100	25	31	1	51	30	1	0	0
F//(#O		0,02	0,00	0,00	0,22	0,06	0,07	0,00	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00

Resultaten van het examen natuurkunde 1^e sessie, 2010, 25 opgaven, en gemiddeld over 16 formulieren.

#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

V6 Examen 2010, 1^e sessie, leerlingen die het formulier niet gebruikt hebben

#	Cijfer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4,2												
2	6,1												
3	5,7												
4	8												
5	5,7												
6	6,3												
7	4	1	0	0	16	2	3	0	1	2	0	0	0
8	8,3												
9	6,9												
10	7,6												
11	7,8												
12	6,2												
13	5,6	1	0	0	5	1	1	0	5	0	0	0	0
14	8,2												
15	3,5												
16	6												
17	8,1												
18	5,2												
19	7,5	0	0	0	5	2	1	0	5	0	2	0	0
20	7,5	0	0	0	3	0	3	0	6	3	0	0	0
21	7,3	1	0	0	1	2	2	0	2	1	4	0	0
Gemiddeld	6,2												
Som		3	0	0	30	7	10	0	19	6	6	0	0
F//(#O		0,02	0,00	0,00	0,24	0,06	0,08	0,00	0,15	0,05	0,05	0,00	0,00

Resultaten van het examen natuurkunde 1^e sessie, 2010, 25 opgaven, en gemiddeld over 5 formulieren.

#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

V6 Vergelijking van cijfers CE en SE

Leerling	CE	SE	Δ (CE-SE)	Δ (CE-SE)	Δ (CE-SE)
	Cijfers	Cijfers	21 leerlingen	16 lln	5 lln
				Met form	Zonder form
1	4,2	4,7	-0,5	-0,5	
2	6,1	5,3	0,8	0,8	
3	5,7	5,7	0,0	0,0	
4	8,0	8,8	-0,8	-0,8	
5	5,7	5,0	0,7	0,7	
6	6,3	7,3	-1,0	-1,0	
7	4,0	5,0	-1,0		-1,0
8	8,3	7,0	1,3	1,3	
9	6,9	5,3	1,6	1,6	
10	7,4	8,1	-0,7	-0,7	
11	7,8	8,0	-0,2	-0,2	
12	6,3	6,6	-0,3	-0,3	
13	6,0	7,5	-1,5		-1,5
14	8,2	8,8	-0,6	-0,6	
15	3,6	3,7	-0,1	-0,1	
16	6,0	5,3	0,7	0,7	
17	8,3	6,9	1,4	1,4	
18	5,0	4,7	0,3	0,3	
19	7,6	6,2	1,4		1,4
20	7,4	7,3	0,1		0,1
21	7,5	8,0	-0,5		-0,5
			Δ (CE-SE)	Δ (CE-SE)	Δ (CE-SE)
		Totaal	1,18	2,58	-1,40
		Per leerling	0,06	0,16	-0,28

Vergelijking van examencijfers van leerlingen die het formulier gebruikt hebben(16x) en die het niet wilde gebruiken (5x).

V5 resultaten ST7

#	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4,3												
2	6,1				4						1		
3	5,8	1			2			1	2	2	1		1
4	4,9	1		1	3				1	1	2		
5	6,9		2		1				1	1	1	1	1
6	6,4												
7	5,6			1	2		2	1					
8	8,2				1				2		2		
9	9,2												
10	7,7												
11	6,5				4		2	1	2		1		1
12	8,2	1			2		1						
13	--												
14	6,1												
15	7,4				2		2	1		2	1		
16	4,0	1			5	1	2	1		1			
17	7,8				1	1				3	1	1	
18	--												
19	6,3				1				1		1		
20	5,5	1			2	1	1		2		1		
21	5,1				6						1		1
22	7,7				1					1	1		
23	6,4		2		1	1	1	1	1	1		1	
24	10,0												
Som		5	4	2	38	4	11	6	12	12	14	3	4
F/I/(#O)		0,02	0,02	0,01	0,2	0	0,05	0,03	0,06	0,06	0,067	0,01	0,02

Resultaten van een toets met 13 opgaven, en 16 ingeleverde formulieren – geeft aan dat de leerling de toets niet heeft gemaakt.

#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

V4 resultaten ST3

#	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	7,0				1	1	1	1		1		1	
2	7,2								1		2	1	
3	5,5	1				1			1		2	1	
4	7,6												
5	6,8	2	2									1	
6	5,7	1					2		1		1	2	
7	5,7												
9	5,9				1	1	1	1		2			1
10	6,8												
11	9,6									1			
12	8,7												
13	2,3				5	5	2		1				
14	9,1				1								
15	5,1												
16	7,9	1						1		1	1		
17	7,6						1	1		1	1		
18	5,9				1			1					
19	8,1				1				1	3			
20	6,6						1			1			
21	7,4	2					1		2		1		
22	8,9												
Gem	6,6												
Som		7	2	0	10	8	9	5	7	10	8	6	1
FII(#O)		0,06	0,02	0,00	0,08	0,07	0,08	0,04	0,06	0,08	0,07	0,05	0,01

Resultaten van een toets met 7 opgaven, en 17 ingeleverde formulieren

#	Categorie
1	vraag niet goed gelezen.
2	geen tijd bijpassende formules op te schrijven
3	Geen schets gemaakt
4	Niet begrepen wat er gevraagd werd
5	Niet van vraag naar gegevens
6	De juiste formules verkeerd gebruikt
7	verkeerd of onnauwkeurig afgelezen
8	te weinig opgeschreven
9	rekenfout of Eenheid niet
10	Niet afgerond of verkeerde of geen eenheid geschreven
11	Een overschrijffout gemaakt
12	oplossing niet nagegaan

Vergelijking Reflectie en Zelfevaluatie

In onderstaande tabel staan de procesaspecten van het eigen reflectieproces, de bedrijfsmatige procesverbetering en (gestructureerde) zelfevaluatie, en het reflectie-instrument van deze studie.

<i>Proces aspecten</i>	<i>“Reflectie”</i>	<i>PDCA en zelfevaluatie</i>	<i>Analyseren van toetsopgaven (deze studie)</i>
<i>Wie</i>	<i>Professional/ eigen probleem</i>	<i>Werknemer</i>	<i>Leerling/leraar</i>
<i>Wat</i>	<i>Eigen probleem</i>	<i>Verbeteringsproces</i>	<i>Opgaven</i>
<i>Schema</i>	<i>Korthage,</i>	<i>PDCA</i>	<i>OPUC</i>
<i>Probleemdefinitie en oplossing</i>	<i>Zelf structureren van probleem en zelf oplossingen vinden</i>	<i>Procesverbetering analyseren en realiseren, met (vaak) aangereikte oplossingen</i>	<i>Opgave met Opuc, en gedetailleerdere aanwijzingen</i>