

## Verslag Praktijk Gericht Onderzoek

Meten en Monitoren van leervaardigheden, een analysetool



van

Luc Orbons  
IVLOS MaatwerkGroep 2010/2011  
Anke Tigchelaar

## Inhoudsopgave

ABSTRACT .....	2
1. INLEIDING .....	2
1.1. PROBLEEMSTELLING .....	2
1.2. RELEVANTIE .....	3
1.3. THEORETISCH KADER .....	3
1.4. ONDERZOEKSVRAGEN .....	7
1.5. DEFINITIE VAN TE ONDERZOEKEN VARIABELEN .....	7
2. METHODE .....	8
2.1. TOOLONTWIKKELING .....	8
2.2. STATISTISCHE VERANTWOORDING .....	9
2.3. TOETSCONSTRUCTIE .....	10
2.4. METHODE VAN DATAVERWERKING .....	11
3. RESULTATEN .....	14
3.1. STATISTIEKEN .....	14
3.2. LEERLING RAPPORTAGES .....	16
4. CONCLUSIES .....	19
5. AANBEVELINGEN .....	21
REFERENTIES .....	21
BIJLAGEN .....	22

## ABSTRACT

METEN EN MONITOREN VAN LEERVAARDIGHEDEN, EEN ANALYSETOOL.

In het derde leerjaar moeten leerlingen van havo en vwo een profiel kiezen. Op de school waar het onderzoek plaatsgevonden heeft, kan gekozen worden voor een natuur- of een maatschappij profiel. Deze keuze is belangrijk voor de leerlingen en daarom is het gewenst om ter ondersteuning te beschikken over objectieve gegevens met betrekking tot de cognitieve vaardigheden van deze leerlingen. In dit ontwerponderzoek is een methodiek en een prototype van een hulpmiddel ontwikkeld om de (ontwikkeling van) cognitieve vaardigheden van leerlingen inzichtelijk te maken, te vinden en overzichtelijk te presenteren. Daarmee wordt de communicatie met leerling, ouders en mentoren gefaciliteerd en wordt een bijdrage geleverd aan een voor de leerling beter gefundeerde keuze.

Voor de indeling van cognitieve vaardigheden wordt een taxonomie gebruikt die is afgeleid van de taxonomie van Bloom (1956). Inhoudelijk wordt in dit onderzoek de relevante lesstof voor het vak natuurkunde gebruikt. Voor de toetsen worden toetsmatrijzen gemaakt waarmee de scores op de relevante criteria afgebeeld worden. Het ontwikkelde software tool zorgt voor de verwerking en terugkoppeling van de resultaten naar leerling en docent. Tegelijkertijd wordt de betrouwbaarheid van de toets en de kwaliteit van de individuele vragen statistisch bepaald.

Dit onderzoek is uitgevoerd voor het vak natuurkunde. De methodiek en hulpmiddelen zijn mogelijk ook bruikbaar voor andere vakken.

## 1. INLEIDING

Deze inleiding bevat de probleemstelling, relevantie, motivatie en achtergronden van dit praktijkgericht onderzoek. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van september 2010 tot en met april 2011. De belangrijkste onderzoeksgroep bestond uit een 40- tal leerlingen uit het derde leerjaar havo en vwo uit het midden van het land.

### 1.1. PROBLEEMSTELLING

Op het moment dat leerlingen een keuze voor een natuur of maatschappij profiel maken is het niet duidelijk of zij beschikken over de juiste vaardigheden en of die vaardigheden voldoende ontwikkeld zijn om succesvol het (natuurkunde) examen te kunnen doen. Dit komt omdat de echte bèta vakken zoals natuurkunde en scheikunde pas vanaf het derde jaar met enige diepgang gegeven worden. Alleen het cijfer voor het vak wiskunde kan op dat moment eigenlijk een indicatie zijn voor een affiniteit met de bèta vakken. Deze onduidelijkheid over de kans op succes in de bovenbouw geldt zowel voor leerlingen als docenten. Beiden weten aan het begin van het derde studiejaar niet hoe het zit met de kwaliteit van de vaardigheden van de leerling. Dat betekent dat deze duidelijkheid op de een of andere manier verkregen moet worden om zo een keuze voor een van de profielen

beter te onderbouwen en waar nodig maatwerk te kunnen leveren naar de leerlingen toe. In dit onderzoek wordt een bijdrage geleverd aan deze onderbouwing.

De nadruk in dit onderzoek ligt vooral op de methode en de hulpmiddelen die nodig zijn om inzicht te krijgen in de vaardigheden van leerlingen. De toepassing van de resultaten als van dit onderzoek en het ontwikkelde tool als hulpmiddel voor het bepalen van een profielkeuze heeft geen deel uitgemaakt van dit onderzoek.

## 1.2. RELEVANTIE

Een internationaal vergelijkend onderzoek naar de vaardigheden van leerlingen vindt plaats in onderzoeken zoals PISA (Gille, Loijens, 2010) . Hier wordt met behulp van een aantal speciaal samengestelde testen een vergelijkende meting gedaan van de vaardigheden van een zeer groot aantal leerlingen van rond de 15 jaar oud. Een van de uitkomsten van dit rapport is een ranking van de score van de leerlingen uit de deelnemende landen. Dit rapport wordt ook gebruikt als maat voor de kwaliteit van het onderwijs in een bepaald land. Een discussie die momenteel in de Nederlandse politiek zeer actueel is. In het bèta deel van het PISA rapport wordt aandacht besteed aan de wiskunde en natuurkunde vaardigheden.

Voor leerlingen uit vwo-6 is er een ander internationaal toetsingsprogramma het TIMMS-Advanced programma van het IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement. De meest recente gegevens zijn de resultaten van 2008 voor Nederland (Meelissen, Drent 2009) . TIMMS is de afkorting voor Trends in International Mathematics and Science Study. Met name het Science deel is voor natuurkunde interessant.

Omdat de hiervoor genoemde testen en onderzoeken momentopnames zijn en niet bedoeld zijn voor continue toepassing in een klas (copyright op het concept en omvang van het geheel), zal in dit onderzoek een alternatieve benadering ontwikkeld worden.

In het kader van een verkenning voor dit PGO is ook gekeken naar factoren die een rol spelen bij de profielkeuze van leerlingen. Een belangrijk onderzoek in dit kader is dat van (Langen, Vierke, 2009) , die de invloed van de leerling zelf, de school, de ouders en de peergroup, op de profielkeuze onderzocht hebben. In het onderzoek van Langen en Vierke wordt echter niet ingegaan op de benodigde leervaardigheden voor natuurkunde. Het rapport volstaat met het vermelden dat een goed cijfer voor wiskunde een goede indicator is voor affiniteit met bèta vakken. Dat levert voor dit onderzoek geen bruikbaar criterium op. Het zegt namelijk niets over de vaardigheden voor het vak natuurkunde.

## 1.3. THEORETISCH KADER

Het in dit onderzoek gehanteerde theoretisch kader bestaat uit een drietal delen t.w.

1. De taxonomie voor het indelen van de te meten variabelen.

2. De methode waarmee de toetsen en toetsvragen geconstrueerd worden, de zgn. toetsmatrijzen. Anders gezegd, de wijze waarop de te meten variabelen vertaald worden naar toetsvragen.
3. De tools waarmee de toetsresultaten vastgelegd en geanalyseerd worden en de statistische methoden die daarin gebruikt worden voor het vaststellen van de kwaliteit.

In dit deel zoomen we dieper in op de taxonomie. De toetsconstructie en de statistische methoden zijn vooral instrumenteel en worden behandeld bij de beschrijving van de methode.

### *Taxonomie*

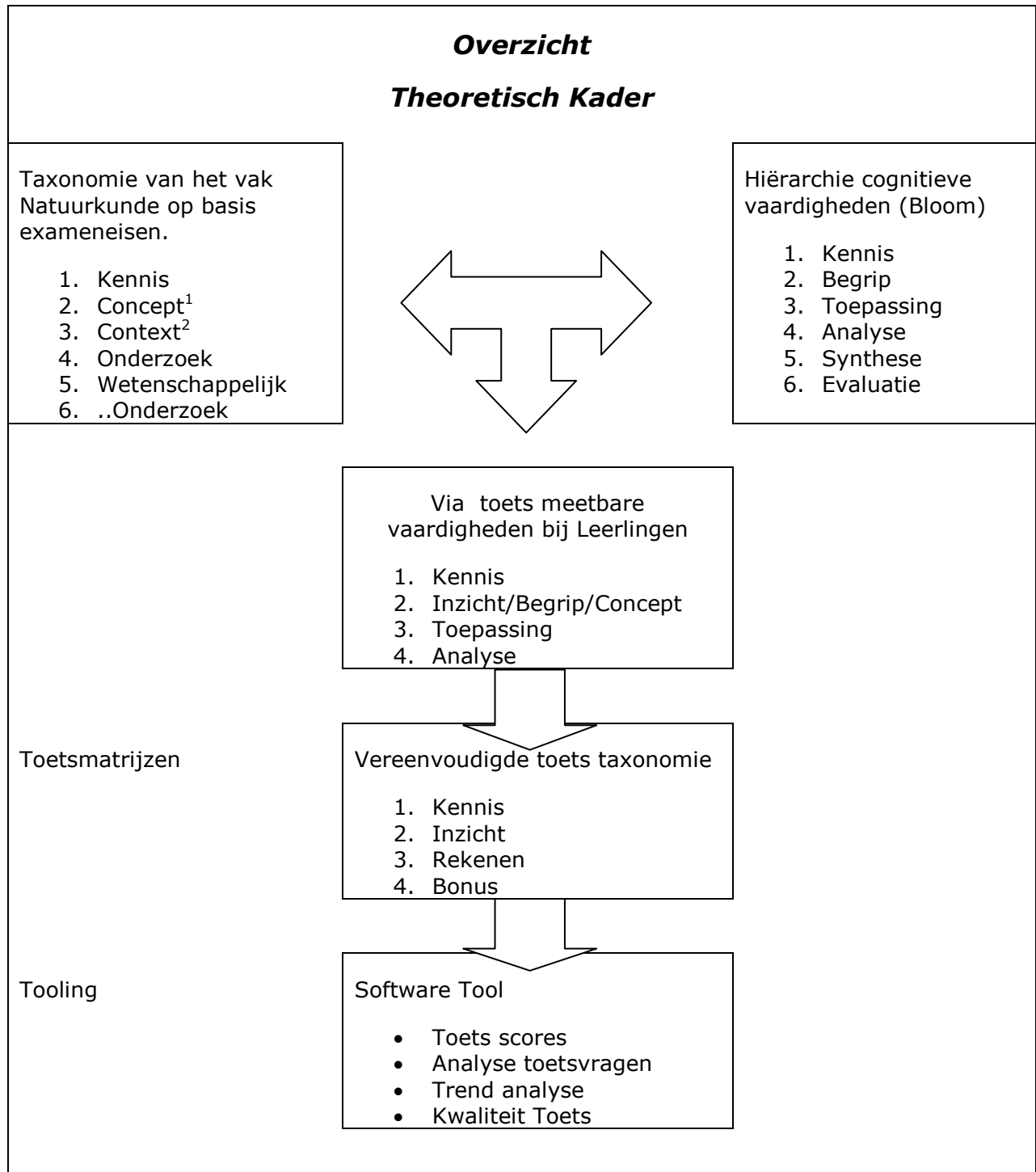
Als het gaat om het classificeren van leervaardigheden en het toetsen daarvan, is een uitgebreid, erkend en overkoepelend theoretisch kader nodig. Dit kader wordt ontleend aan de invloedrijke studie van Bloom, die bekend is geworden onder de naam "taxonomie van Bloom", (Bloom B.S.,1956) . Deze taxonomie is toe te passen op het vak natuurkunde en sluit aan bij de begrippen en werkwijze bij de havo en vwo examens natuurkunde.

De Nederlandse maat voor kennis en vaardigheden van leerlingen wordt bepaald door het College voor Examens (CvO). Het CvO stelt op basis van de door de minister vastgestelde exameneisen een toelichting vast waarin de exameneisen uitgewerkt worden in kennisgebieden en vaardigheden. Dit doet zij dus ook voor het vak natuurkunde (CEVO, 2009) . Deze toelichting is de referentie voor methode ontwikkelaars en docenten voor de te behandelen lesstof en de te ontwikkelen vaardigheden. Dit komt erop neer dat een leerling kennis moet hebben van de fysische concepten, inzicht hebben in de samenhang daarvan en in staat te zijn deze integraal toe te passen. Deze beoordelingscriteria vormen een tweede uitgangspunt voor het ontwerp.

De tijdens dit onderzoek te ontwikkelen methodiek moet dus de mogelijkheid bieden om op basis van een classificatie van toetsen en toetsvragen de benodigde vaardigheden voor het vak natuurkunde kwantitatief in kaart te brengen en te volgen. Dat betekent dat er al vroeg inzicht gekregen moet kunnen worden in de mogelijkheden en beperkingen van leerlingen waar het om het vak natuurkunde gaat. Met dit inzicht kan gericht en individueel bijgestuurd worden.

In dit onderzoek hebben we een methodiek ontwikkeld aan de hand waarvan inzicht ontstaat in de vaardigheid van leerlingen en de mogelijkheid om gericht aan deze vaardigheden en leerstijlen te werken. Omdat de ontwikkelde methodiek ook de voortgang zichtbaar kan maken zijn ook de resultaten van eventuele interventies van de docent of de leerling te volgen. Een bijkomende mogelijkheid is dat de individuele resultaten van de leerlingen met elkaar en ten opzichte van de hele populatie vergeleken kunnen worden. De methodiek kan dus ook gebruikt worden om onderlinge vergelijking te maken tussen verschillende groepen leerlingen.

Tabel 1: Overzicht theoretisch kader



<sup>1</sup> Natuurkundige Concepten b.v. Elektriciteit, Optica, Krachten en snelheid.

<sup>2</sup> Context b.v. toepassing van verschillende concepten in concrete oplossingen b.v. MRI scanning.

De tabel laat zien dat de basis voor het ontwerp de taxonomie van Bloom is geweest, die in vele verschijningsvormen beschikbaar is. Bloom onderscheidt een drietal gebieden, het cognitieve, het affectieve en het psychomotorische domein. In het kader van het vak natuurkunde is dit onderzoek beperkt tot wat Bloom het cognitieve domein noemt. Daarbij zijn een aantal niveaus uit het cognitieve domein samengevoegd. Dit om de toetsinrichting en de analyse van de toetsresultaten zo overzichtelijk mogelijk te houden. De matrix die in dit onderzoek gebruikt wordt ziet er dan als volgt uit:

**Tabel 2: Overzicht gebruikte Taxonomie**

Cognitief Niveau	Omschrijving	Processen/ werkwoorden	Gekozen vraagtype
Kennis (1)	Vragen waarbij het voor het beantwoorden alleen nodig is dat de student zich bepaalde zaken herinnert	Herinneren, benoemen, opsommen, onthouden	Open vragen, Multiple Choice.
Kennis (2)	Vragen die verlangen dat de student classificeert. Hij moet dan hoofdzaken van, bijzaken onderscheiden, verschillen en overeenkomsten noemen, voorbeelden geven, een begrip hanteren e.d.	Herhalen, definiëren Begrijpen, beschrijven Herformuleren, verklaren samenvatten, identificeren	Open vragen, Multiple Choice.
Inzicht (1)	Vragen waarbij de student bekende en voor de hand liggende regels moet toepassen. Hieronder vallen ook routineberekeningen, standaard oplosmethoden, algoritmen e.d.	gebruiken uitvoeren, toepassen oplossen, demonstreren construeren	Open vragen,
Inzicht (2)	Voor dit soort vragen is het vereist dat de student regels weet te vinden die weliswaar eerder geleerd zijn, maar die bij dit probleem niet voor de hand liggen. Hij moet de probleemsituatie daartoe analyseren, zodat hij kan beslissen welke regels geschikt zijn om erop toe te passen.	uit elkaar nemen classificeren sorteren categoriseren vergelijken contrasteren	Open vragen
Reken	Vragen of delen van vragen waarin rekenvaardigheid centraal staat.	Bereken, lees af, leid af, bepaal.	Open Vragen
Bonus	Vragen die van de student iets van creativiteit vergen: een voor hem nieuwe regel zelf ontdekken of een bekende regel generaliseren naar een voor hem nieuw toepassingsgebied.	Creëren, componeren, ontwerpen, ontwikkelen, combineren, plannen	Open Vragen

In de rapportages zoals die later behandeld zullen worden gebruiken we een viertal categorieën: kennis, inzicht, reken en bonus. De keuze is op deze categorieën gevallen omdat zo de resultaten overzichtelijker worden, gerelateerd zijn aan het vak natuurkunde op landelijk niveau en in de schoolcontext. Daarmee zijn ze te communiceren naar leerlingen, hun ouders en coaches.

#### 1.4. ONDERZOEKSVRAGEN

Natuurkunde wordt door veel leerlingen ervaren als lastig. Als docent en zeker als beginnend docent is het niet altijd even duidelijk waar de schoen bij de betreffende leerling wringt. Het is belangrijk om dit inzicht te krijgen zodat leerlingen de juiste aspecten van het vak kunnen trainen en oefenen om zo hun resultaten met een gerichte aanpak te verbeteren. Specifiek geldt dit voor leerlingen uit de 3e klas van havo en vwo die nog een keuze moeten maken in hun profiel of vakkenpakket. Het is belangrijk dat zij dat op de juiste gronden doen. In onderzoek is een analyse instrument ontwikkeld dat systematisch inzicht geeft in de ontwikkeling van een leerling in een drietal leervaardigheden die belangrijk zijn voor het vak natuurkunde.

De hoofdvraag voor dit onderzoek luidt:

*Hoe kan inzicht verkregen worden in de natuurkundige vaardigheden van leerlingen? Met als randvoorwaarde dat het verwerven van dat inzicht en het presenteren ervan met een zo klein mogelijke inspanning op een zo transparant mogelijke manier verkregen kan worden. Tegelijk moet dit verkregen inzicht voor zowel leerlingen, mentoren, ouders en docenten begrijpelijk zijn.*

Deelvragen bij de hoofdvraag:

1. Welke vaardigheden moeten er in beeld gebracht worden?
2. Welke hulpmiddelen zijn nodig?
3. Hoe kan de kwaliteit van de verzamelde gegevens geborgd worden?
4. Hoe te borgen dat deze methodiek bij toepassing zo min mogelijk tijd voor de docent kost?

#### 1.5. DEFINITIES VAN TE ONDERZOEKEN VARIABELEN

De te onderzoeken variabelen zijn een subset uit de taxonomie van Bloom in het onderzoek aangeduid als:

1. Kennis (Bloom: Kennis/Begrip )
2. Inzicht (Bloom: Toepassing/Analyse)
3. Rekenvaardigheden: Specifiek aandachtspunt (Langen, Vierke, 2009)
4. Complexe Probleemoplossing (Bloom: Analyse/Synthese)

Voor een nadere omschrijving van deze variabelen verwijs ik naar paragraaf 1.3 van het theoretisch kader.



## 2. METHODE

De gekozen onderzoeksfunctie is ontwerpen. De onderzoeksvraag is namelijk een hoe vraag en het onderzoek is gericht op het ontwikkelen van een tool. De gevolgde werkwijze is zoals hieronder aangegeven.

- 1 Het vaststellen van de theoretische achtergrond bij de gebruikte aanpak.
- 2 Het vaststellen van de methodiek waarin aan de hand van de toets/practicum vragen inzicht gekregen wordt in hoeverre een leerling beschikt over de gevraagde vaardigheden.
- 3 Ontwikkeling van het prototype van een applicatie waarmee kwantitatief inzicht verkregen kan worden in de ontwikkeling van de leerlingen.
- 4 Presentatie en bespreking van de verkregen resultaten en inzichten.

Zoals in de onderzoeksvragen aangegeven is een belangrijke randvoorwaarde dat dit inzicht verkrijgen in de competenties van leerlingen, als het ware "on the fly" moet kunnen plaatsvinden. Het gaat niet om een eenmalige meting of onderzoek bij een bepaalde groep leerlingen. De nog te ontwikkelen methodiek en hulpmiddelen mogen bovendien nauwelijks een extra belasting vormen voor het werk van de docent. Als het kan zou er zelfs werk uit handen genomen moeten worden.

De onderzoeksgroep bestaat uit alle leerlingen aan wie door de onderzoeker natuurkunde gegeven wordt. De (voorbeeld) resultaten uit dit onderzoek hebben betrekking op de groep derdejaars leerlingen, 46 in getal. De school waarop deze leerlingen zitten kiest ervoor dat leerlingen in het derde jaar zowel een profiel moeten kiezen en tegelijkertijd gedetermineerd worden voor havo of vwo. Het feit dat deze leerlingen ook voor het eerst het vak natuurkunde volgt maakt deze doelgroep bijzonder interessant waar het gaat om het bepalen van hun leervaardigheden.

### 2.1. TOOLONTWIKKELING

In 1.3 Theoretisch kader is de te gebruiken taxonomie vastgesteld. De volgende stap bestaat uit het vaststellen van de toetsmatrijzen, het selecteren van de tooling en de software ontwikkeling die nog gepleegd moet worden. Voor tooling en software ontwikkeling wordt in verregaande mate gebruik gemaakt van een spreadsheet, in dit geval Excel 2007 van Microsoft. De standaard aanwezige spreadsheet functies zijn in belangrijke mate aangevuld met het programmeren van verschillende macro's. Dit zijn in feite afzonderlijke programma's die binnen de Excel omgeving bepaalde taken uitvoeren.

Het instrumentarium voorziet tevens in een vergaande digitalisering van de correctiegang van toetsen. Leerlingen krijgen hun toetsresultaat via email toegestuurd. In dat resultaat vinden zij, hun cijfer, de score bij de verschillende vragen, de gemiddelde score van de groep en hun gescande toets. De toetsopgaven kunnen indien gewenst op het internet gepubliceerd worden. Om dit alles mogelijk te maken zijn een aantal externe hulpprogramma's toegepast voor o.a. het aan elkaar "plakken" van PDF bestanden en het verzorgen van de e-mail functie.

## 2.2. STATISTISCHE VERANTWOORDING

De kwaliteit van de toetsen moet goed genoeg zijn om valide uitspraken te doen over de te meten variabelen. Daartoe worden aantal technieken gebruikt waarmee op objectieve wijze de kwaliteit van een toets kan worden vastgesteld. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ingebouwde controlemiddelen waarmee de (statische) kwaliteit van een toets vastgesteld kan worden. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de begrippen, p-waarde, d-waarde, correlatie en alfa waarde die bij de toetsvragen en de toets horen. Voor de theoretische onderbouwing is gebruik gemaakt van een aantal bronnen (Dousma, Horsten, 1980) , (Everaert, Peet, 2008) (Kleijn, 2011)

### *p-waarde*

De zgn. p-waarde, of probability heeft betrekking op één deelvraag uit een toets. Voor die deelvraag is de p-waarde de fractie van de leerlingen die de betreffende vraag goed heeft. Statistisch gezien de waarschijnlijkheid dat een vraag goed gemaakt wordt in een bepaalde leerlingengroep. Voorbeeld een p-waarde van 0,8 voor een deelvraag betekent dat 80% van de leerlingen deze vraag goed heeft. De p-waarde ligt tussen de 0 en 1.

### *d-waarde*

De d-waarde of discriminatie waarde geeft een beeld over hoe goed de vraag onderscheid maakt tussen goede leerlingen en minder goed scorende leerlingen. De d-waarde ligt tussen -1 en +1. De interpretatie van deze variabele is als volgt:

- Een d-waarde groter dan 0,4 duidt op een vraag die door de best scorende leerlingen uit een groep belangrijk beter gemaakt is dan diezelfde vraag uit de minst scorende leerlingen uit diezelfde populatie.
- Een d-waarde die kleiner dan nul is, dus negatief is een indicator van het omgekeerde een vraag die door de best scorende leerlingen uit de groep slechter gemaakt wordt dan de minst scorende leerlingen uit de populatie.

De praktische betekenis is dat vragen met een d-waarde groter dan 0,4 beschouwd worden als vragen waarmee een goed onderscheid gemaakt kan worden tussen de goede scorers en de slechtste scorers. Een negatieve d-waarde duidt op een vraag die niet deugt en mogelijk als gokvraag geclassificeerd moet worden. Immers de over de gehele toets genomen slechts scorende leerlingen maken juist deze vraag beter dan de best scorende leerlingen. Dat is vreemd en vraag om nader onderzoek. In de praktijk worden deze vragen vaak (achteraf) uit de toets verwijderd.

### *correlatie*

De correlatie heeft betrekking op een enkele deelvraag en geeft in essentie hetzelfde weer als de d-waarde, met dit verschil dat de correlatie een formele wiskundige definitie heeft waarbij geen onderscheid gemaakt wordt in groepen van goed en minder goed scorende leerlingen. Daarmee is de correlatie beter gedefinieerd en kent een bredere toepassing dan de d-waarde die specifiek voor de beoordeling van toetsvragen ingezet wordt. Vragen met een negatieve correlatie duiden weer op het effect dat leerlingen met een hoge totaalscore juist slechter op deze ene vraag

scoren. Belangrijk is dat de correlatie pas tot bruikbare waarden komt op het moment dat de populatie voldoende groot is, waar een populatie van 40 een ondergrens is voor een bruikbare waarde.

### alfa Waarde

De alfa waarde geeft de betrouwbaarheid van een toets in één enkel getal weer. In de praktijk wordt een toets met een alfa waarde van 0,8 of groter als betrouwbaar aangemerkt. Het bereik van de alfa waarde ligt in de regel tussen 0 en 1, maar... bij kleine populaties en het gebruik van de Excel standaardfuncties kunnen er bijzonder getalwaarden optreden zoals + 1,1 of - 0,3 kortom opletten bij de interpretatie van deze waarde. De minimale populatie om een betekenisvolle alfa waarde te kunnen berekenen is 40, maar liefst meer. De precieze berekening en definitie van de alfa waarde is te vinden in (Everaert, Peet, 2008) . De alfa waarde wordt vaak ook aangeduid met Cronbach's Alfa, naar de bedenker van deze factor.

## 2.3. TOETSCONSTRUCTIE

Om een goede analyse mogelijk te maken dient de hiervoor genoemde Taxonomie ook herkenbaar in de toetsen aanwezig te zijn. Dat betekent een zorgvuldige samenstelling van de toets. De methode die bij het samenstellen van de toetsen gebruikt is gaat uit van zgn "toets matrijzen" (Wessels, 2011) . Een toetsmatrijs is een tabel waarin inhoud, toetscriteria en de toetsvragen met elkaar in verband worden gebracht. Een voorbeeld van zo'n matrijs is te zien in onderstaande tabel.

**Tabel 3: Voorbeeld van een toetsmatrijs**

Inhoudscategorie <b>Onderwerp</b>	Gedragscategorie					
	<b>Kennis</b>	<b>Inzicht</b>	<b>Reken</b>	<b>Bonus</b>	<b>Weging</b>	
Elektrisch Circuit	4	2			6	20%
Weerstand	4	2	2		8	27%
Vermogen en Energie	4	2	2		8	27%
Rendement	2	1			3	10%
Practicum Elektriciteit			3	2	5	17%

totaal 14 7 7 2 30

"Bron: workshop toetsconstructie IVLOS UU"

Voor de praktische toepassing in een toets moeten we naar het niveau van het correctiemodel afdalen. Daarin staan de individuele vragen voorzien van een categorie en een normering. Op basis daarvan wordt later de score vastgesteld en een verdeling over de categorieën gemaakt.

**Tabel 4: Voorbeeld van een correctiemodel**

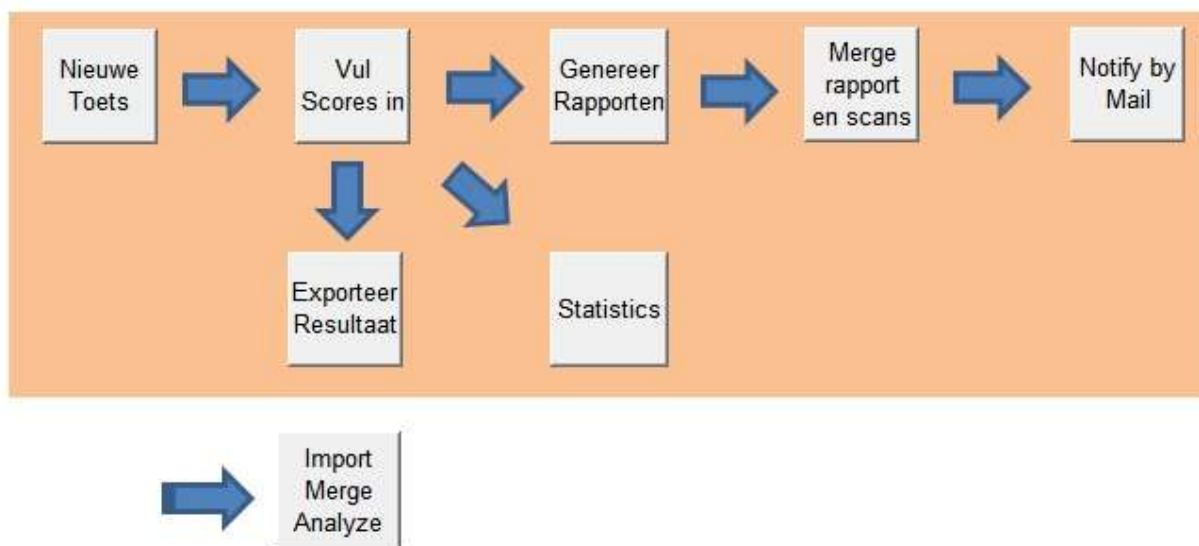
toetsid	Na2010 P4 3 HV Toets			
toetsgewicht	1,5			
vragen	soort	normering	Vraag/antwoord	in test
1	kennis	1	Wat is nulenergiewoning	1
2	kennis	1	3 soorten warmtetransp. Geleiding, stroming, straling	1
3a	kennis	1	Radiator stroming, geleiding en straling, buizen stroming, ketel straling en stroming	1
3b	inzicht	1	Inzicht geleiding een rol speelt van water naar radiator en straling van radiator naar lucht	1
4	kennis	1	Pomp zorg voor snellere warmte stroming, anders duurt het te lang	1
5	inzicht	1	Oppervlakte, dikte en materiaal	1
6	inzicht	1	$W = \text{Constante} \times \text{Oppervlak}$	1

In dit ontwerp zijn de gekozen categorieën duidelijk herkenbaar, de kolom vraag/antwoord is toegevoegd om de (digitale) correctie te faciliteren. De laatste kolom kan gebruikt worden om vragen in een later stadium niet te laten meewegen in de test/toets. De toetsconstructie is hiermee compleet.

## 2.4. METHODE VAN DATAVERWERKING

Onder de methode van dataverwerking wordt in dit onderzoek het proces van ontwikkelen van een toets, via het corrigeren, analyseren tot en met de distributie van de resultaten naar de leerlingen. In een aparte workflow is voorzien in het combineren van de resultaten van verschillende toetsen tot een historisch overzicht van de resultaten per leerling.

Onderstaande figuur geeft schematisch de inrichting van het analysetool weer.



**Figuur 1: Workflow diagram toets analyse**

Met de in dit tool aanwezige bouwstenen zijn de volgende procesflows geïmplementeerd:

- Construeren van een nieuwe toets.
- Corrigeren van de toets en inbrengen van de scores.
- Statistische analyse, beoordeling kwaliteit, aanpassen vragen repertoire en normering.
- Exporteren van toetsresultaten voor latere analyse.
- Genereren van leerling rapportages.
- Samenvoegen leerling rapportages en toetsscans.
- Emailen van toetsresultaten naar de leerlingen.
- Analyse van de resultaten van meerdere toetsen.

#### CONSTRUEREN VAN EEN NIEUWE TOETS

Het construeren van een toets vindt plaats door het maken van een correctiemodel en een leerlingenlijst. Het programma combineert beide en maakt een lege scorelijst waarin later de scores geregistreerd kunnen worden.

De corrector kan na deze stap meteen de volgende processtap in, de correctie en het inbrengen van de score.

## INBRENGEN VAN DE SCORE.

The screenshot shows a software window titled 'Autoform' with a score of 8,1. It contains a table of questions and their corresponding scores. The table has columns for 'Antwoord Indicatie', 'Vraag', 'Max', 'Score', and 'Antwoord Indicatie'. The 'Score' column contains dropdown menus with percentage values.

Antwoord Indicatie	Vraag	Max	Score	Antwoord Indicatie	Vraag	Max	Score
Wat is nulenergiewoning	1	1	100%	juiste motivatie	15b	1	33%
3 soorten warmtetransp. Geleiding, stroming, straling	2	1	100%	juiste formule gevonden	16	1	100%
radiator stroming, geleiding en straling, buizen stroming, ketel straling en inzicht geleiding een rol speelt van water naar radiator en straling van radiator	3a	1	75%	inzicht dat 11W licht energie wordt	17a	1	0%
Pomp zorgt voor snellere warmte stroming, anders duurt het te lang oppervlakte, dikte en materiaal	3b	1	75%	rekenwerk $11/18=61\%$	17b	1	100%
$W = \text{Constante} \times \text{Oppervlak}$	4	1	75%	juiste formule, inzicht energie verhoudingen ook tot rendement leiden, netjes rekenen $350/1250 = 28\%$	18a	1	100%
$W = \text{Constante} \times \text{temperatuurverschil}$	5	1	66%		18b	1	100%
$W = \text{Constante} \times \text{oppervlak} \times \text{temp verschil/dikte in m}$	6	1	0%	3 voordelen e-auto, schoon, zuinig, stil	19	1	100%
Goed invullen	7	1	100%	nadelen, duur, klein bereik, weinig beruimte	20	1	66%
Netjes rekenen 302,4	8	1	100%	wkk: opwekking van elektr. En warmte integraal	21	1	75%
6 voorbeelden	9a	1	100%	generator, turbine, warmtewisselaar.	22	1	0%
pompen en malen van graan enz.	9b	1	100%				
meer spoelen = meer energie = meer weerstand voor de wieken=laer	10	2	75%				
Windrichting en kracht, bijschakelen spoelen / uitschakelen molen	11	1	100%				
6 methoden voor opwekken elektriciteit	12	1	50%				
+ aangeven duurzaam of niet	13	1	50%				
juiste keuze	14a	1	100%				
	14b	1	75%				
	15a	1	50%				

**Figuur 2: Correctiescherm gebruikersinterface**

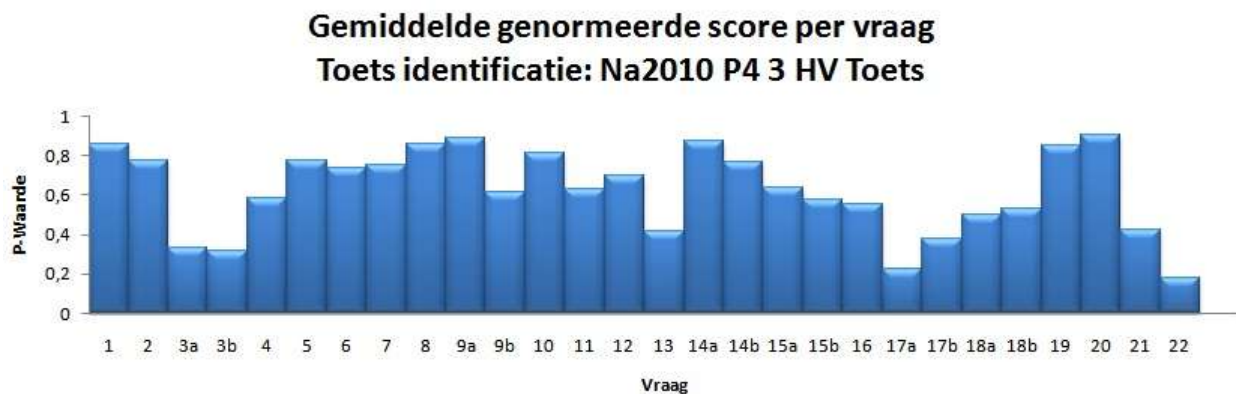
Op dit scherm kan linksboven de naam van de betreffende leerling opgezocht worden (vak is nu doorgestreept). Vervolgens zijn de antwoorden op de vragen, de vraagnummers en de normering in kolommen zichtbaar. De corrector kan in de percentage kolom een van de voorgebakken percentages selecteren. Bijvoorbeeld 50% betekent dat de helft van de maximum score voor een bepaalde vraag toegekend wordt. De categorie waartoe een vraag behoort is in dit scherm niet zichtbaar, maar wordt wel geregistreerd. Na invullen moet op de "Save" knop gedrukt worden en de eindscore verschijnt in beeld. Daarna selecteert de corrector de volgende leerling en gaat zo door tot het werk klaar is.

### 3. RESULTATEN

De hier gepresenteerde resultaten vormen het antwoord op de onderzoeksvragen. De paragraaf statistieken geeft daarbij inzicht in de kwaliteit van de toetsvragen en de score binnen de populatie. De paragraaf over de leerling-rapportages is de invulling van de hoofdvraag uit dit onderzoek. Het geeft inzicht in de score van de leerling op de getoetste vaardigheden en bevat de ontwikkeling van die vaardigheden gemeten over meerdere toetsen.

#### 3.1. STATISTIEKEN

Met een druk op de knop "Statistics" worden alle voorheen besproken statistische waarden uitgerekend en weet de docent heel snel of er "problemen" in de opgaven zitten. Dat lijkt tot de volgende analyses: de p-waarde van een vraag, de waarschijnlijkheid of probability dat studenten die vraag goed maken. De d-waarde, de discriminatie waarde die aangeeft of een vraag goed onderscheid maakt tussen de leerlingen in de populatie. Tot slot de correlatie score van een vraag die inzicht geeft wat het verband is tussen een hoge score voor een vraag en de toetsscore. De p-waarde grafiek ziet er voor de voorbeeld toets als volgt uit:

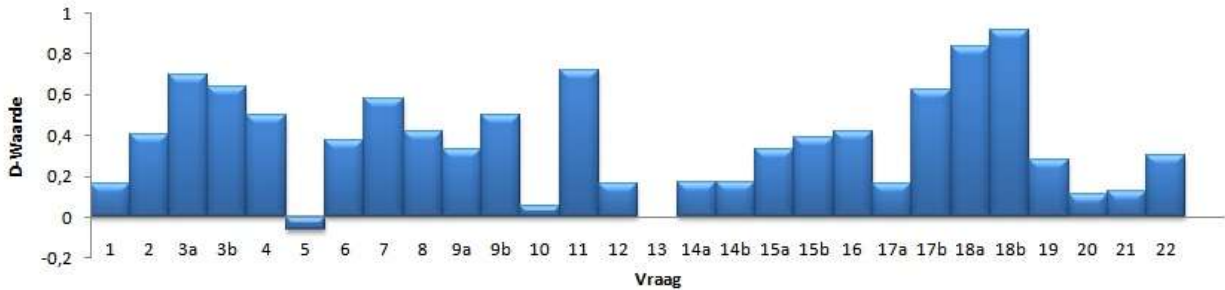


**Figuur 3: p-waarde voor de vragen uit de voorbeeld toets**

Hieruit wordt duidelijk dat er geen vragen zijn die niemand goed had en er vrij veel vragen zijn die de meeste leerlingen goed hadden. Vanuit een kwaliteitsoogpunt gekeken lijkt dit een goed gemaakte toets, met misschien enkele iets te makkelijke vragen. Om te beoordelen of een vraag echt te eenvoudig is moet het doel van de toets bekend zijn. Als het om toetsen van de aanwezigheid van kennis is, dan mag de p-waarde best hoog zijn. Als de toets als selectiemiddel ingezet wordt, dan juist niet, op vragen die iedereen goed heeft is het moeilijk selecteren. Er is geen reden om op basis van deze gegevens vragen uit te sluiten.

Vervolgens kijken we naar de d-waarde, deze grafiek ziet er zoals hierna aangegeven uit.

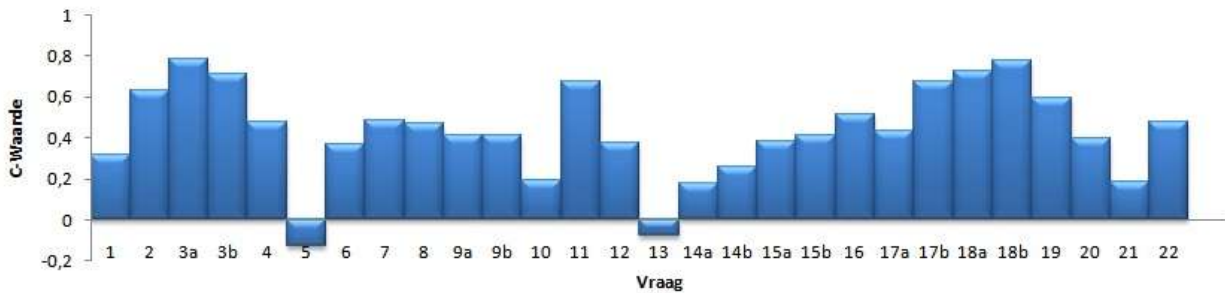
### Discriminatie score per vraag Toets identificatie: Na2010 P4 3 HV Toets



**Figuur 4: d-waarde voor de vragen uit de voorbeeld toets.**

Hier vallen wel een paar vragen op, vraag 5 valt echt uit de toon en vraag 13 is verdacht. Dat lijken gokvragen. Daar komt nog bij dat vraag 5 over het algemeen goed gemaakt is. Omdat de populatie niet zo groot is moeten we oppassen met de correlatie en de alfa waarde, die kunnen er raar uitzien.

### Correlatie score per vraag Toets identificatie: Na2010 P4 3 HV Toets



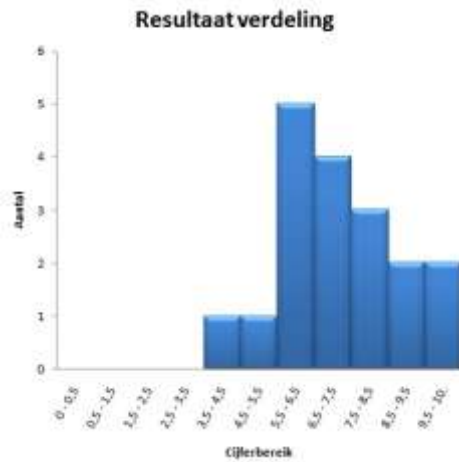
**Figuur 5: correlatie waarde voor de vragen uit de voorbeeld toets.**

Met de correlatie waarde zien we dat vraag 13 inderdaad ook niet deugt.

Hoe zien we dit terug in de toetsbetrouwbaarheid zoals die door de Alfa waarde uitgedrukt wordt? De berekende waarde voor de betrouwbaarheid met alle vragen erin komt uit op 0,85. Verwijderen we de vragen 5 en 13 uit de toets dan stijgt de betrouwbaarheid naar 0,87. De afweging is nu doen of niet? Een betrouwbaarheid van 0,85 is goed genoeg. En het verwijderen van beide "foute" vragen betekent dat de slechts scorende leerlingen nog slechter gaan scoren. Met de vragen erin is de laagste score een 4,2 en de hoogste een 9,7. Halen we die vragen eruit dan verandert dat in 4,1 en 10. In dit geval is ervoor gekozen geen aanpassingen te doen.



De spreiding in de resultaten is uit in figuur 6 af te lezen: De resultaten zijn goed, eigenlijk een beetje te goed. Dat heeft voor een deel te maken met de moeilijkheid van de toets, maar ook met de leerlingen zelf. Die hadden deze periode de keuze uit een opstel maken of aan de toets meedoen. De toetstijgers hebben de toets gedaan en ze zijn daar inderdaad goed in.



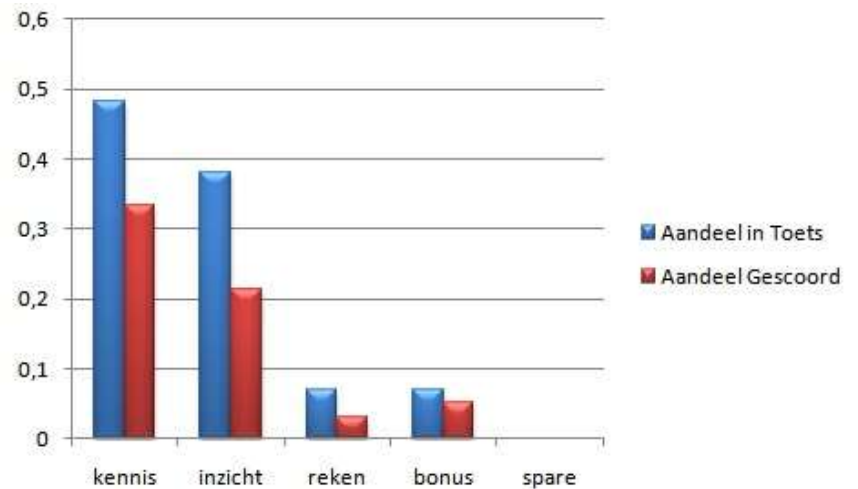
**Figuur 6: Resultaatverdeling voorbeeld toets**

toetscategorie, daar waar het uiteindelijk om begonnen is. In deze categorieën vind je de cognitieve leervaardigheden van de leerlingen terug.

**Figuur 7: Leervaardigheden score**

Hierin is te zien dat het met de kennis wel goed is, de leerlingen hebben het boek dus gezien en bestudeerd. Met inzicht vragen ligt het al wat moeilijker en rekenen is niet zo best maar tegelijkertijd was dat aandeel niet zo groot in de toets.

De analyse die nu nog over is gaat over de score per



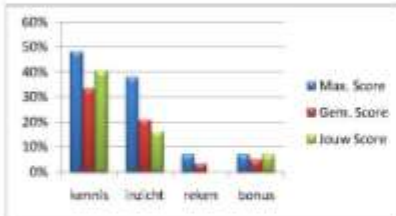
### 3.2. LEERLING RAPPORTAGES

Een van de doelen van dit onderzoek was om per leerling een beeld te geven van zijn of haar affiniteit met natuurkunde. De leerling-rapportage (Figuur 8: Leerling toetsrapportage) is verdeeld in verschillende delen, bovenin het eigen resultaat en ter informatie ook het groepsresultaat. Daaronder zijn score op de verschillende categorieën zoals kennis en inzicht. Het grootste oppervlak van de rapportage wordt in genomen door de scoretabel links en diezelfde score is rechts grafisch weergegeven. Helemaal onderaan wordt het cijfer berekend. Bekijk je de score van deze leerling in meer detail dan zie je dat hij/zij het vooral van zijn kennis moet hebben, inzicht en rekenen zijn duidelijk lager en beneden het groepsgemiddelde. Als dit beeld zich ook bij andere toetsen voordoet dan is dit een voorbeeld van een leerling die zijn best doet, maar gezien zijn fysisch inzicht en rekenvaardigheden toch beter niet voor een profiel moet kiezen waar natuurkunde in zit of dat er nog "bijgespijkerd" moet worden.

Resultaatoverzicht toets Na2010 P4 3 HV Toets  
 Report generated on 6-4-2011 20:46:47

Groep 3 HV-B  
 Coach Rosa  
 Klas Gem. 7,01  
**7,10**  
 (Cijfer)

Score per Categorie

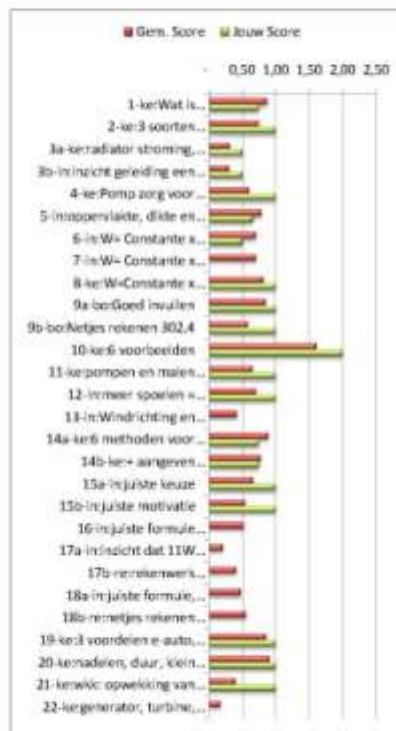


Categorie	Max. Score	Gem. Score	Jouw Score
kennis	48%	33%	41%
inzicht	38%	21%	16%
reken	7%	3%	0%
bonus	7%	5%	7%

Overzicht Score per vraag

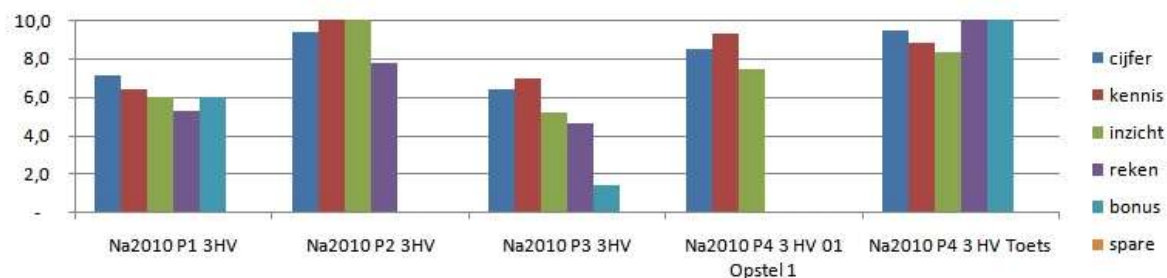
vraag-Categorie	Max. Score	Gem. Score	Jouw Score
1-ke:Wat is nu	1,00	0,87	0,75
2-ke:3 soorten	1,00	0,75	1,00
3a-ke:radiator	1,00	0,32	0,50
3b-in:inzicht ge	1,00	0,30	0,50
4-ke:Pomp zon	1,00	0,61	1,00
5-in:oppervlak	1,00	0,79	0,66
6-in:W= Constante	1,00	0,70	0,50
7-in:W= Constante	1,00	0,71	-
8-ke:W=Constante	1,00	0,82	1,00
9a-bo:Goed in	1,00	0,84	1,00
9b-bo:ketjes r	1,00	0,58	1,00
10-ke:6 voorbe	2,00	1,61	2,00
11-ke:pompen	1,00	0,65	1,00
12-in:meer spo	1,00	0,71	1,00
13-in:Windricht	1,00	0,42	-
14a-ke:6 meth	1,00	0,88	0,75
14b-ke+: aange	1,00	0,78	0,75
15a-in:juiste ke	1,00	0,66	1,00
15b-in:juiste m	1,00	0,54	1,00
16-in:juiste for	1,00	0,53	-
17a-in:inzicht d	1,00	0,21	-
17b-re:rekenw	1,00	0,41	-
18a-in:juiste fo	1,00	0,47	-
18b-re:netjes r	1,00	0,55	-
19-ke:3 voorde	1,00	0,86	1,00
20-ke:nadelen	1,00	0,91	1,00
21-ke:wkk: ops	1,00	0,40	1,00
22-ke:generato	1,00	0,17	-

Max. te behalen punten = 20,00  
 Behaalde punten = 18,41  
 Aantal punten nodig voor een 10 = 27,00  
 Jouw Cijfer =  $(1 + 9 * 18,41/27) = 7,10$



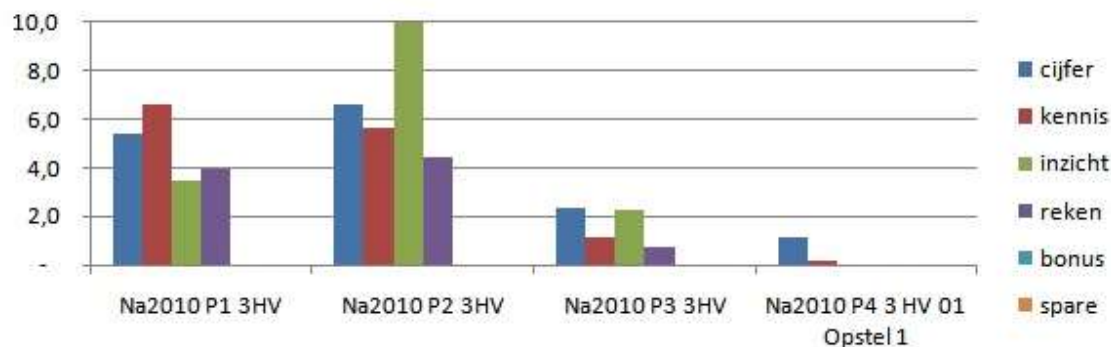
Figuur 8: Leerling toetsrapportage

De laatste analyse mogelijkheid in dit tool bestaat uit het maken van een overzicht van de scores uit verschillende toetsen.



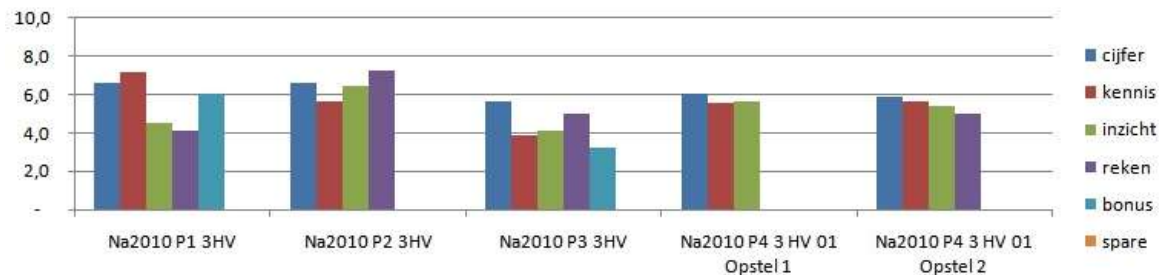
**Figuur 9: Trend resultaten "goede" leerling**

Bovenstaande staafdiagrammen (Figuur 9: Trend resultaten "goede" leerling) geven inzicht in de ontwikkeling over verschillende toetsen van deze leerling. Deze leerling scoort (erg) goed. Eerste toets was even wennen, daarna is het alleen maar beter gegaan met een dip in de derde periode. De score over de verschillende categorieën is stabiel en hoog. Kortom een leerling die zonder problemen voor een natuurprofiel zou kunnen gaan (maar dat in dit geval niet doet helaas).



**Figuur 10: Trend resultaten "probleem" leerling**

Het score verloop (figuur 10) is droevig te noemen, eerste toetsen gingen nog wel, maar daarna is het niet meer goed gekomen.



**Figuur 11: Trend resultaten "gemiddelde" leerling**

Hierboven (Figuur 11: Trend resultaten "gemiddelde" leerling) het beeld van een leerling die stabiel scoort, maar over de hele linie niet zo sterk is. Eindresultaat ongeveer 6.

## 4. CONCLUSIES

De onderzoeksvraag was als volgt geformuleerd:

*Hoe kan inzicht verkregen worden in de natuurkundige vaardigheden van leerlingen? Met als randvoorwaarde dat het verwerven van dat inzicht en het presenteren ervan met een zo klein mogelijke inspanning op een zo transparant mogelijke manier verkregen kan worden. Tegelijk moet dit verkregen inzicht voor zowel leerlingen, mentoren, ouders en docenten begrijpelijk zijn.*

En kent de volgende deelvragen:

- 1 Welke vaardigheden moeten er in beeld gebracht worden?
- 2 Welke hulpmiddelen zijn nodig?
- 3 Hoe kan de kwaliteit van de verzamelde gegevens geborgd worden?
- 4 Hoe te borgen dat deze methodiek bij toepassing zo min mogelijk tijd voor de docent kost?

*De hoofdvraag: werkt het in de praktijk?*

Het tool werkt in de praktijk en goed ook. Ik gebruik het voor alle groepen aan wie ik les geef. Van de leerlingen krijg ik positieve reacties ze vinden het prettig dat ze met deze benadering goed inzicht krijgen in wat ze goed en niet goed gedaan hebben. Dat geeft ze houvast bij het vinden van aandachtspunten. De e-mail service bevat ze ook wel. Bijkomend voordeel is dat ze zelf een dossier kunnen opbouwen van hun prestaties. De hoofdvraag kan dus bevestigend beantwoord worden, de methodiek geeft het gevraagde inzicht en is overzichtelijk en daarmee overdraagbaar aan de beoogde doelgroep.

*In beeld brengen van vaardigheden?*

De methode werkt goed, je hebt de vrijheid de categorieën te kiezen en die te koppelen aan de vragen die daarbij horen. Het maakt daarbij niet uit over welk vak je het hebt. Bij ieder vak waarin je geïnteresseerd bent in een score over verschillende categorieën werkt deze methode. Of de categorie nou grammatica of rekenen heet, voor dit tool maakt het niet uit. Dus mission accomplished.

*Benodigde hulpmiddelen*

Er is gebruik gemaakt van standaard software die algemeen beschikbaar is. Daarmee is deze methodiek met bijbehorende hulpmiddelen breed toepasbaar.

*Kwaliteit*

De statistische kwaliteit blijkt goed vast te stellen. Maar let op, ieder tool, deze niet uitgezonderd werkt volgens het GIGO principe. Garbage IN, Garbage OUT. De constructie van de toets, het goed benoemen van de categorieën en de koppeling daarvan aan de vragen zijn bepalend voor de kwaliteit van de resultaten.

### *Tijdbesteding voor de docent*

De tijdbesteding gaat zitten in het construeren van de toetsmatrijs, de toets en het inbrengen van de toetsscore. In wezen moet een docent die werkzaamheden voor elke toets die hij of zij wil geven uitvoeren. De hiervoor beschreven aanpak is in die zin anders omdat het format waarin je een en ander beschrijft vast ligt. Ook als je dit tool niet gebruikt moet je een correctiemodel hebben en een score bijhouden. Van collega's weet ik dat ze de score van de individuele vragen handmatig uitrekenen en niet apart in een spreadsheet zetten zoals hier nodig is. Dat laatste kost iets meer tijd en daarin is de methode uit dit onderzoek tijdrovender. Het voordeel van de methode is wel dat je een heel goed inzicht krijgt in je leerlingen en de kwaliteit van de toetsen. Tegelijk is de kans op rekenfouten belangrijk teruggebracht. Voor mij is deze aanpak de kleine extra moeite waard. Bovendien wordt met deze methode voor de leerlingen gevisualiseerd waar hun problemen zitten.

### *Overige aspecten*

In de loop van het jaar heb ik ook een aantal opstellen gevraagd van de leerlingen en dan wordt het toch iets lastiger om een goede interpretatie te geven. Er is dan toch een andere taxonomie nodig voor de beoordeling. Dat is een actiepoint voor een eventueel vervolg. Tegelijk zijn er aantal gevallen geweest van leerlingen die niet goed presteerden en waar de ouders uitgelegd moest worden wat de oorzaak is. Dan zijn de overzichten over de verschillende toetsen heel bruikbaar als gesprekstof.

### *Wat heb ik ervan geleerd?*

Om te beginnen heel veel over hoe je toetsen opstelt en de betrouwbaarheid controleert. Belangrijker nog is het inzicht dat het mij gegeven heeft in de problemen van de leerlingen. Ik weet nu wie structureel niet leert, moeite heeft met rekenen en hoe het gesteld is met het fysisch inzicht. Ik kan daar dan beter op inspelen naar de verschillende leerlingen en hun coaches toe.

### *Afterthoughts*

Zou ik als ik het opnieuw zou kunnen doen weer zo aanpakken? In grote lijnen wel. Ik zou iets minder energie in de franje gestoken hebben zoals een email functie.

## 5 AANBEVELINGEN

Na uitgebreid werken met deze methode en de onderliggende tooling blijven er nog een aantal zaken te wensen over.

Allereerst de tooling zelf. Het is in zijn huidige vorm een visual Basic applicatie in Excel. Dat heeft goede en minder goede kanten. Je kunt het tool dus niet "Out of the Box" toepassen, je hebt Excel nodig plus nog wat losse stukjes software die op een specifieke manier geïnstalleerd moeten worden. Dat is niet handig voor een brede toepassing. De aanbeveling is hier om er één geïntegreerde applicatie van te maken. Tegelijk oppassen want is er echt wel vraag naar dit soort hulpmiddelen? Ik weet het niet, ik merk dat veel collega's op school toch voor de "eigen" oplossing gaan. Tegelijkertijd merkte ik bij mijn presentatie in de maatwerkgroep van het IVLOS (een vakheterogene groep docenten in opleiding) dat er wel degelijk behoefte was aan een dergelijk analyseinstrument.

De methodiek, ik vind het ondanks de theoretische onderbouwing enigszins arbitrair hoe je de categorieën indeelt. In de literatuur vind ik verschillen, in mijn onderzoek ben ik van Bloom uitgegaan, andere onderzoeken zoals PISA en TIMSS-A gebruiken andere indelingen. De aanbeveling is hier om het op een school met elkaar eens te worden wat de gewenste categorieën moeten zijn en die dan zo hanteren. Voor het tool maakt het niet uit.

De methodiek en bijbehorende tooling zijn niet specifiek voor natuurkunde. Iedereen is vrij daar een eigen indeling te verzinnen en te hanteren. Ik kan me voorstellen dat je bij een taal onderscheid kunt maken in spelling, grammatica, zinsopbouw, idioom en nog vele andere aspecten die een rol spelen bij het beoordelen van iemands taalvaardigheid. Het is interessant om te zien of deze aanpak toepasbaar is in een ander vak.

## REFERENTIES

1. (Bloom B.S.,1956) . Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The cognitive Domain. New York: David McKay Co Inc.
2. (Langen, Vierke, 2009) . Wat bepaalt de keuze voor een natuurprofiel? De invloed van de leerling, de school, de ouders en de peergroup; Annemarie van Langen Hermann Vierke; Beta Platform Pocket 11, ITS Nijmegen
3. (Gille, Loijens, 2010) . Resultaten PISA-2009, Praktische kennis en vaardigheden van 15-jarigen, Nederlandse uitkomsten van het Programme for International Student Assessment (PISA) op het gebied van leesvaardigheid, wiskunde en natuurwetenschappen in het jaar 2009, Cito Arnhem 2010.
4. (Meelissen, Drent 2009) . Nederland in TIMSS-Advanced Leerprestaties van 6 vwo-leerlingen in Wiskunde B en Natuurkunde, M.R.M. Meelissen, M. Drent December 2009 Universiteit Twente , Vakgroep Onderwijsorganisatie en -management
5. (CEVO, 2009) . Natuurkunde vwo, Syllabus centraal examen 2011, September 2009 Centrale Examencommissie Vaststelling Opgaven vwo, havo, vmbo, Utrecht
6. (Dousma, Horsten, 1980) . T. Dousma, A. Horsten: Tentamineren, 1980 Het Spectrum, ISBN 90 274 5569 4
7. (Kleijn, 2011) PGO Workshop Statistiek, R. de Kleijn, april 2011, Universiteit Utrecht.
8. (Everaert, Peet, 2008) .KG-publicatie nr. 20, Statistische toetsen in Excel, H. Everaert en A. van Peet, Hogeschool Utrecht, maart 2008
9. (Wessels, 2011) . Workshop Toetsing, H. Wessels, voorjaar 2011, IVLOS, Universiteit van Utrecht.

## BIJLAGEN

Tabel 5: Taxonomie van Bloom

level	category or 'level'	behaviour descriptions	examples of activity to be trained, or demonstration and evidence to be measured	'key words' (verbs which describe the activity to be trained or measured at each level)
1	<b>Knowledge</b>	recall or recognise information	multiple-choice test, recount facts or statistics, recall a process, rules, definitions; quote law or procedure	arrange, define, describe, label, list, memorise, recognise, relate, reproduce, select, state
2	<b>Comprehension</b>	understand meaning, re-state data in one's own words, interpret, extrapolate, translate	explain or interpret meaning from a given scenario or statement, suggest treatment, reaction or solution to given problem, create examples or metaphors	explain, reiterate, reword, critique, classify, summarise, illustrate, translate, review, report, discuss, re-write, estimate, interpret, theorise, paraphrase, reference, example
3	<b>Application</b>	use or apply knowledge, put theory into practice, use knowledge in response to real circumstances	put a theory into practical effect, demonstrate, solve a problem, manage an activity	use, apply, discover, manage, execute, solve, produce, implement, construct, change, prepare, conduct, perform, react, respond, role-play
4	<b>Analysis</b>	interpret elements, organizational principles, structure, construction, internal relationships; quality, reliability of individual components	identify constituent parts and functions of a process or concept, or de-construct a methodology or process, making qualitative assessment of elements, relationships, values and effects; measure requirements or needs	analyse, break down, catalogue, compare, quantify, measure, test, examine, experiment, relate, graph, diagram, plot, extrapolate, value, divide
5	<b>Synthesis (create/build)</b>	develop new unique structures, systems, models, approaches, ideas; creative thinking, operations	develop plans or procedures, design solutions, integrate methods, resources, ideas, parts; create teams or new approaches, write protocols or contingencies	develop, plan, build, create, design, organise, revise, formulate, propose, establish, assemble, integrate, re-arrange, modify
6	<b>Evaluation</b>	assess effectiveness of whole concepts, in relation to values, outputs, efficacy, viability; critical thinking, strategic comparison and review; judgement relating to external criteria	review strategic options or plans in terms of efficacy, return on investment or cost-effectiveness, practicability; assess sustainability; perform a <b>SWOT</b> analysis in relation to alternatives; produce a financial justification for a proposition or venture, calculate the effects of a plan or strategy; perform a detailed and costed risk analysis with recommendations and justifications	review, justify, assess, present a case for, defend, report on, investigate, direct, appraise, argue, project-manage