

Hoe succesvol zijn vwo-natuurkunde docenten als het gaat om examen resultaten, interesse en begrip van hun leerlingen?

Alice Cottaar, Technische Universiteit;
a.cottaar@tue.nl

ABSTRACT

In this paper the interaction of the pre-academic physics teacher characteristics and the interest, understanding and exam results of his pupils are analyzed. In a large scale quantitative research in the Netherlands, students in science related subjects were asked to report on their experiences in their high school physics lessons. These data yield that the pleasantness and the discipline of the teacher have similar influence on the interest of the student. However, physics teachers, especially when discipline is involved, prove to have more influence on the results of pupils with low than on the results of students with high capacities. Furthermore, males tend to work for physics less as they understand more. These two mechanisms are examples of typically Dutch 'leveling mechanisms' detected in this research and elsewhere.

Achtergrond en doelstelling

Nederland scoort in vergelijking tot andere landen hoog voor 'advanced physics' zoals blijkt uit de TIMSS advanced 2008, echter dit betreft maar een beperkt aantal leerlingen (Meelissen & Drent, 2009). Dit maakt het interessant om te onderzoeken wat het natuurkundeonderwijs hier zo succesvol maakt en voor welke leerlingen.

Uit onderzoek blijkt keer op keer dat de vele variabelen die van invloed kunnen zijn op succesvol onderwijs, zoals karakteristieken van leerlingen, van leerkrachten, de school en de inhoud van de lessen niet los van elkaar gezien kunnen worden en een complex netwerk vormen (Labudde, Herzog, Neuenschwander, Violi & Gerber, 2007; Stamovlasis, Dimos & Tsarparlis, 2006; Lawrenz, Wood, Kirchhoff, Kim, & Eisenkraft, 2009).

Binnen de complexe verhoudingen zien hedendaagse onderzoekers, maar ook belangrijke filosofen uit de geschiedenis dat leren in essentie een onafhankelijk karakter heeft, binnen de leerling plaatsvindt en dat de 'succesvolle' leerkracht hiervoor de faciliteiten schept (Simons, 2005; Shim, 2008). Op zoek naar de relatie tussen curriculum, instructie en prestaties in het natuurkundeonderwijs, concluderen Hattie (2003) en ook Lawrence e.a. (2009) dat individuele leerlingkenmerken meer invloed hebben op resultaten dan aspecten die beïnvloedbaar zijn door de leerkracht.

Ander onderzoek toont aan dat een docent wel degelijk invloed kan hebben op de interesse van zijn leerlingen. Bergin (1999) concludeert in een overzichtsartikel dat een enthousiaste leerkracht interesse bij de leerlingen opwekt. Binnen het Nederlandse natuurkundeonderwijs rapporteren Brekelmans, Wubbels & Creton (1990) een sterke relatie tussen de karakteristieken van de leerkracht en interesse en motivatie bij de leerling, maar ze zien aanzienlijk kleinere correlaties tussen leerkracht en leerling-resultaten, vooral als het om vwo-leerlingen gaat.

In dit onderzoek wordt de relatie tussen de karakteristieken van vwo natuurkundedocenten en de interesse, het begrip en de resultaten van leerlingen die een academische bètaopleiding gaan doen onderzocht.

Het meetinstrument en de steekproef

In een grootschalige enquête uitgevoerd in het studiejaar van 2008-2009, zijn eerstejaarsstudenten ondervraagd over een breed scala aan ervaringen in hun 5 vwo natuurkundelessen en een aantal achtergrondgegevens. De meest belangrijke vragen voor dit onderzoek zijn afkomstig uit Amerikaanse vragenlijsten ontwikkeld door de 'Science Education' afdeling van het Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (FICSS, 2003; PRiSE, 2007). Deze vragen zijn vertaald en aangevuld met vragen voortkomend uit ervaringen van 49 actieve docenten en uit literatuur (Carlone, 2004; Cleaves, 2005; Gillibrand, Robinson, Brawn & Osborn 1999; Gungor, Eryilmaz & Fakıoglu 2007; Hazari, Tai & Sadler 2007; Robbins, Lauver, Le, Davis, Langley & Carlstrom 2004; Taconis & Holleman, 1998; Zohar & Sela 2003).

tabel 1 Aantallen respondenten in de vier verschillende stamgroepen.

| | <i>Aantal respondenten</i> | | | <i>% van totaal</i> | |
|------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------------|-----|
| | ♂ | ♀ | <i>totaal</i> | ♂ | ♀ |
| <i>natuurkunde op vwo</i> | 1439 (28%) | 1201 (34%) | 2640 (31%) | 55% | 45% |
| <i>natuurkunde 1 (N1)</i> | 317 (16%) | 934 (27%) | 1060 (23%) | 30% | 70% |
| <i>natuurkunde 1,2 (N12)</i> | 1122 (37%) | 458 (76%) | 1580 (43%) | 71% | 29% |

(...) Relatief ten opzichte van het totaal aantal exacte eerstejaarsstudenten in 2008-2009. Alleen leerlingen die in 2008 examen hebben gedaan.

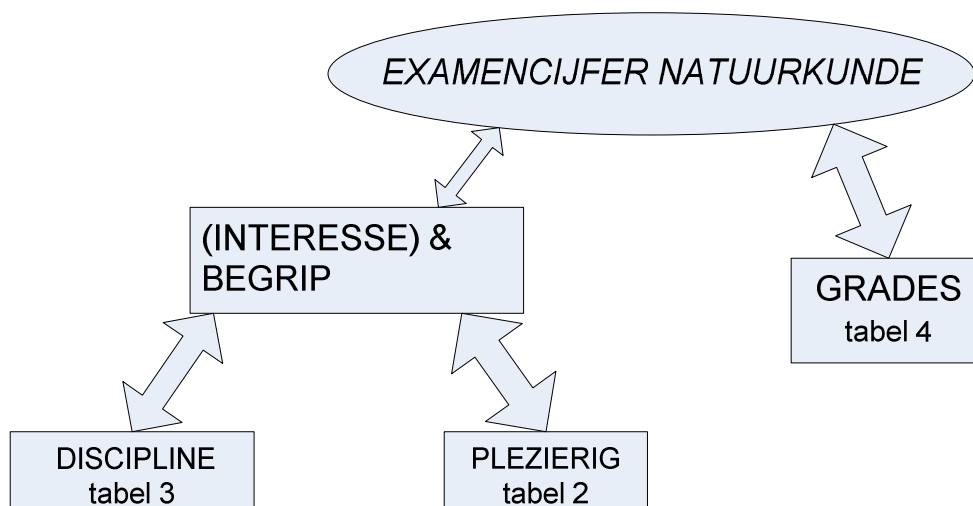
De digitale vragenlijst is toegezonden aan vrijwel alle eerstejaars bètastudenten aan tien Nederlandse universiteiten, waarvan er 3230 (34%) hebben gereageerd. Dit onderzoek heeft alleen betrekking op dat deel van de respondenten dat in 2008 eindexamen heeft gedaan

(zie tabel 1). De data van natuurkunde-1 en natuurkunde 1,2 leerlingen zijn apart geanalyseerd omdat de resultaten voor het eindexamen dan beter vergelijkbaar zijn. Verder is in de analyse gedifferentieerd naar geslacht, omdat uit preanalyses en uit literatuur blijkt dat hier grote en soms tegenstrijdige verschillen te vinden zijn die niet detecteerbaar zijn in een totale analyse (Carlone, 2004; Hazari, Tai & Sadler, 2007; Tai & Sadler, 2001; Zohar & Sela 2003). De analyse heeft dus binnen vier verschillende stamgroepen plaatsgevonden. Het aantal respondenten en de representativiteit van elke groep is in tabel 1 te vinden.

De analyse

Als eerste stap is Principal Component Analyses (PCA) in combinatie met lineaire regressie gebruikt om de totale complexiteit van het natuurkundeonderwijs in beeld te krijgen (Cottaar, nog te publiceren). In figuur 1 zijn de meeste componenten en variabelen die voor dit onderzoek van belang zijn en hun globale lineaire relaties terug te vinden. De centrale PCA-componenten die betrekking hebben op de leerkracht zijn PLEZIERIG (tabel 2) en DISCIPLINE (tabel 3) en de belangrijkste leerling variabelen zijn 'interesse' ofwel het aantal door de leerling gerapporteerde interessante lessen in 5 vwo en 'begrip', het aantal lessen in 5vwo die de leerling zegt te hebben begrepen.

figuur 1 Het algemene beeld binnen het natuurkunde onderwijs. Model uit regressie analyse. De pijldikte is een indicatie voor de sterkte van de relatie.



tabel 2 PCA: Factor loadings voor het als 'plezierig' ervaren van de leerkracht.

| PLEZIERIG: Docent wordt als 'plezierig' ervaren - component | | | | |
|--------------------------------------------------------------------|--------|------|------|------|
| <i>Variabelen</i> | ♂N1 | ♀N1 | ♂N12 | ♀N12 |
| Docent ervaren als vriendelijk | 0.86 | 0.87 | 0.86 | 0.88 |
| Docent geeft positieve terugkoppeling | 0.76 | 0.83 | 0.78 | 0.74 |
| Docent heeft goede relatie met klas | 0.82 | 0.79 | 0.76 | 0.82 |
| Docent ervaren als enthousiast | 0.69 | 0.62 | 0.73 | 0.81 |
| Docent varieert in uitleg | 0.68 | 0.70 | 0.67 | 0.64 |
| Docent ervaren als gestructureerd | 0.37 | 0.37 | 0.40 | 0.69 |
| Docent (houding) ervaren als consequent | 0.32 | 0.42 | 0.33 | 0.69 |
| Docent ervaren als vakbekwaam | not in | 0.44 | 0.55 | 0.73 |
| Docent houdt de klas in de hand | none | none | none | 0.28 |
| Aantal demonstraties in de les | 0.14 | 0.17 | 0.19 | 0.21 |
| Aantal lessen in groepjes samenwerken | none | 0.16 | 0.15 | 0.22 |
| Aantal lessen opgaven voordoen voor klas | none | 0.15 | 0.10 | 0.15 |
| <i>Crombach's Alpha standardized items:</i> | 0.85 | 0.87 | 0.83 | 0.90 |
| <i>Percentage of variation explained:</i> | 14.9 | 13.8 | 13.4 | 18.3 |

not in = doet niet mee in PCA;

none = factor loading < 0.14 voor ♀N1 en ♂N12; factor loading < 0.17 voor ♂N1 en ♀N12.

tabel 3 PCA: Factor loadings voor het als 'gedisciplineerd' ervaren van de leerkracht.

| DISCIPLINE: Docent wordt als gedisciplineerd ervaren - component | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|------|-------|-------|
| <i>Parameters</i> | ♂N1 | ♀N1 | ♂N12 | ♀N12 |
| Docent houdt klas in de hand | 0.78 | 0.82 | 0.76 | 0.80 |
| Docent ervaren als gestructureerd | 0.71 | 0.75 | 0.71 | 0.40 |
| Docent (houding) ervaren als consequent | 0.70 | 0.64 | 0.65 | 0.35 |
| Docent ervaren als vakbekwaam | not in | 0.58 | 0.40 | 0.18 |
| Docent heeft goede relatie met klas | none | 0.30 | 0.29 | none |
| Docent ervaren als enthousiast | none | 0.40 | 0.23 | none |
| Docent ervaren als vriendelijk | 0.23 | 0.18 | 0.12 | none |
| Docent geeft positieve terugkoppeling | none | none | none | -0.23 |
| Docent varieert in uitleg | none | 0.15 | none | none |
| Aantal lessen met klassikaal deel | none | 0.16 | 0.11 | none |
| Aantal lessen met leerlingpracticum | none | 0.16 | none | none |
| Aantal lessen werken in groepjes | none | none | -0.14 | none |
| Deel van de verplichte opgaven gemaakt | none | 0.22 | 0.16 | 0.17 |
| Tijd besteed aan natuurkunde buiten les | none | none | none | 0.17 |
| <i>Crombach's Alpha standardized items:</i> | 0.66 | 0.83 | 0.69 | - |
| <i>Percentage of variation explained:</i> | 7.9 | 9.3 | 7.2 | 4.9 |

not in = doet niet mee in PCA;

none = factor loading < 0.14 voor ♀N1 en ♂N12; factor loading < 0.17 voor ♂N1 en ♀N12.

Het door de student opgegeven examencijfer voor natuurkunde, schoolexamen en centraal examen samen, is gebruikt als maat voor het resultaat van het natuurkundeonderwijs. GRADES is een parameter die in het model van figuur 1 zeer sterk samenhangt met dit natuurkunde-examencijfer. Deze PCA-component in tabel 4 wordt bepaald door de algemene

capaciteiten van de leerling en staat niet in detecteerbaar verband met de karakteristieken van de natuurkundelessen (Cottaar, nog te publiceren). Door de variatie die samenhangt met deze GRADES af te trekken van de variatie in het natuurkunde-examencijfer krijgt men het zogenaamde relatief resultaat, het resultaat van de leerling ten opzichte van de eigen capaciteiten:

relatief resultaat = (natuurkunde examencijfer – r * GRADES)

met r de correlatie tussen examencijfer natuurkunde en GRADES voor de betreffende stamgroep

(♂N1: $r = 0.51$; ♀N1: $r = 0.77$; ♂N12: $r = 0.73$; ♀N12: $r = 0.73$ met $p < 0.001$).

natuurkunde examencijfer: het gestandaardiseerde examencijfer voor natuurkunde

GRADES: de PCA-component uit tabel 4.

tabel 4 PCA: Factor loadings voor GRADES voor 4 verschillende stamgroepen.

| GRADES: algemene capaciteit – component | | | | |
|------------------------------------------------|------|------|-------|------|
| <i>Parameters</i> | ♂N1 | ♀N1 | ♂N12 | ♀N12 |
| Wiskunde examen cijfer | 0.65 | 0.85 | 0.85 | 0.83 |
| Scheikunde examen cijfer | 0.77 | 0.83 | 0.82 | 0.84 |
| Nederlands examen cijfer | 0.78 | 0.61 | 0.63 | 0.60 |
| Deel toetsen voldoende in bovenbouw | none | 0.66 | 0.64 | 0.63 |
| Aantal begrepen lessen in vijfde | none | 0.24 | 0.27 | 0.25 |
| Loting studie | none | 0.19 | -0.15 | none |
| <i>Crombach's Alpha standardized items:</i> | 0.65 | 0.76 | 0.77 | 0.75 |
| <i>Percentage of variation explained:</i> | 23.6 | 28.9 | 28.7 | 27.9 |

none = factor loading < 0.14 voor ♀N1 en ♂N12; factor loading < 0.17 voor ♂N1 en ♀N12.

Voor een diepgaander inzicht dan het model in figuur 1 zijn ook niet-lineaire relaties van belang. Om die te analyseren is gekozen voor t-tests over de twee dimensies van PLEZIERIG en DISCIPLINE. Dit resulteert in vier verschillende groepen leerkrachten, die binnen elke stamgroep apart, onderling vergeleken worden, totaal 16 groepen. De aspecten waarop ze vergeleken worden zijn interesse, begrip en resultaten van de leerlingen en andere relevante parameters die in tabel 5 vermeld staan.

tabel 5 Lijst met de in de t-test meegenomen variabelen en PCA-componenten (hoofdletters).

| | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| gymnasiasten | al of niet gymnasium |
| aantal lessen | totaal aantal lessen in bovenbouw (gegevens van docenten) |
| leeftijd leerkracht | ruwe schatting van de leeftijd van de leerkracht |
| vrouwelijk | geslacht van leerkracht, al of niet vrouwelijk |
| ouderopleiding | 'gemiddelde' opleiding van ouder(s)/verzorger(s). |
| nederlands | het doorbrengen van jeugd in Nederland (student + ouders) |
| cijferob | geschatte cijfer voor exacte vakken in onderbouw |
| handicap | rapporteert een handicap (meestal dyslexie) |
| HARDWERK | gekoppeld aan hoeveelheid werk voor natuurkunde buiten de les |
| MED | soort vervolgstudie; wel lotingopleiding, niet technisch |

Binnen elk van deze 16 groepen zijn Pearson correlaties tussen de belangrijkste parameters uit de t-tests uitgevoerd. Om niet te ver in detail te treden zijn in de kleine stamgroepen alleen de correlaties met significantie $p < 0.05$ en in de grote stamgroepen alleen de correlaties met $p < 0.01$ meegenomen.

Resultaten en discussie

De PCA-componenten voor PLEZIERIG en DISCIPLINE geven duidelijke verschillen en overeenkomsten tussen de stamgroepen te zien (zie tabel 2 en tabel 3). In de beoordeling van de docent door de leerling zit een subjectief element dat vooral terug te vinden is in de manier waarop de leerling een variabele interpreteert als zijnde PLEZIERIG of horende bij DISCIPLINE. Zo is bijvoorbeeld in de tabellen te zien dat de variatie in structuur en consequent gedrag voor N12-meisjes sterk gerelateerd is aan PLEZIERIG, terwijl deze aspecten bij de andere leerlingen meer bijdragen tot DISCIPLINE.

In figuur 1 ziet men het algemene model uit de eerste analyse. De invloed van de leerkracht op het resultaat van de leerling blijkt een tweedeorde effect te zijn via de interesse en het begrip van de leerling, echter de factor GRADES, de component die (vrijwel) onafhankelijk is van het vak natuurkunde en die samenhangt met de capaciteiten van de leerling, heeft verreweg de grootste samenhang met de examenresultaten.

figuur 2 De variaties in verband met het 'plezierig' zijn en hebben van 'discipline' bij de leerkracht van de meisjes natuurkunde 1,2.

| PLEZIERIG BOVEN GEMIDDELD | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| DISCIPLINE ONDER GEMIDDELD | <i>interesse/relatief resultaat</i> = 0.38** <i>begrip/relatief resultaat</i> = 0.26** | ← GRADES* interesse** → | <i>interesse/relatief resultaat</i> = 0.28** <i>plezierig/begrip</i> = 0.23** <i>plezierig/relatief resultaat</i> = 0.23** | DISCIPLINE BOVEN GEMIDDELD |
| | ↑interesse*** ↑begrip*** ↑relatief resultaat* ↑gymnasiasten* ↑examencijfer N* | ♀N12 <i>plezierig/interesse</i> = 0.56** <i>interesse/begrip</i> = 0.47** | ↑interesse*** ↑begrip*** ↑relatief resultaat* | |
| | <i>interesse/relatief resultaat</i> = 0.50** <i>hard werk/interesse</i> = 0.33** | | | |
| PLEZIERIG ONDER GEMIDDELD | | | | |

T-test: pijl wijst naar grootste gemiddelde; *, $p < 0,05$, **, $p < 0.01$, ***, $p < 0.001$

Pearsson correlaties: ./.. = correlatie coëfficiënt; *, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$

Correlaties in het midden zijn bij alle vier de groepen leerkrachten in (vrijwel) even sterke mate terug te vinden en wijzen op een lineair verband binnen de hele stamgroep.

figuur 3 De variaties in verband met het 'plezierig' zijn en hebben van 'discipline' bij de leerkracht van de jongens natuurkunde 1,2.

| PLEZIERIG BOVEN GEMIDDELD | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DISCIPLINE ONDER GEMIDDELD | $plezierig/begrip = 0.21^{**}$ | interesse*** → relatief resultaat** → hard werk* → | $plezierig/relatief\ resultaat = 0.17^{**}$ |
| | ↑interesse*** ↑begrip** ↑aantal lessen** | ♂N12 $plezierig/interesse = 0.41^{**}$ $interesse/begrip = 0.33^{**}$ $interesse/relatief\ resultaat = 0.35^{**}$ $hard\ werk/(interesse-begrip) = 0.24^{**}$ | ↑interesse*** ↑relatief resultaat*** ↑begrip** ↓gymnasiasten* ↓leeftijd leerkracht* |
| | | interesse*** → begrip* → relatief resultaat* → | $discipline/interesse = 0.25^{**}$ $hard\ werk/interesse = 0.23^{**}$ $plezierig/relatief\ resultaat = 0.17^{**}$ |
| PLEZIERIG ONDER GEMIDDELD | | | |

T-test: pijl wijst naar grootste gemiddelde; *, $p < 0,05$, **, $p < 0,01$, ***, $p < 0,001$

Pearsson correlaties: ../. = correlatie coëfficiënt; **, $p < 0,01$

Correlaties in het midden zijn bij alle vier de groepen leerkrachten in (vrijwel) even sterke mate terug te vinden en wijzen op een lineair verband binnen de hele stamgroep.

figuur 4 De variaties in verband met het 'plezierig' zijn en hebben van 'discipline' bij de leerkracht van de meisjes natuurkunde 1.

| PLEZIERIG BOVEN GEMIDDELD | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DISCIPLINE ONDER GEMIDDELD | $discipline/interesse = 0.25^{**}$ | interesse*** → relatief resultaat* → ← GRADES** | $plezierig/discipline = -0.21^{**}$ |
| | ↑interesse*** ↑begrip*** ↑relatief resultaat* ↑handicap* ↓leeftijd leerkracht** | ♀N1 $interesse/begrip = 0.50^{**}$ $plezierig/interesse = 0.46^{**}$ $interesse/relatief\ resultaat = 0.35^{**}$ | interesse*** ↑begrip*** ↑relatief resultaat*** ↓leeftijd leerkracht*** ↓GRADES** |
| | | interesse*** → handicap** → | $discipline/hard\ werk = -0.25^{**}$ |
| PLEZIERIG ONDER GEMIDDELD | | | |

T-test: pijl wijst naar grootste gemiddelde; *, $p < 0,05$, **, $p < 0,01$, ***, $p < 0,001$

Pearsson correlaties: ../. = correlatie coëfficiënt; **, $p < 0,01$

Correlaties in het midden zijn bij alle vier de groepen leerkrachten in (vrijwel) even sterke mate terug te vinden en wijzen op een lineair verband binnen de hele stamgroep.

figuur 5 De variaties in verband met het 'plezierig' zijn en hebben van 'discipline' bij de leerkracht van de jongens natuurkunde 1.

| PLEZIERIG BOVEN GEMIDDELD | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| DISCIPLINE ONDER GEMIDDELD | <i>begrip/relatief resultaat = 0.41**</i> | examencijfer N* → | <i>interesse/begrip = 0.28**</i> | DISCIPLINE BOVEN GEMIDDELD |
| | ↑interesse*** ↑begrip** ↑relatief resultaat** ↓GRADES** ↓leeftijd leerkracht* | ♂N1 <i>plezierig/interesse = 0.51**</i> | ↑interesse*** ↑hard werk* ↓gymnasiasten* | |
| | <i>hard werk/begrip = -0.50**</i> <i>discipline/interesse = 0.39**</i> <i>plezierig/begrip = 0.33*</i> <i>begrip/relatief resultaat = 0.28*</i> | ← hard werk* | <i>interesse/begrip = 0.46**</i> <i>hard werk/interesse = 0.30*</i> | |
| PLEZIERIG ONDER GEMIDDELD | | | | |

T-test: pijl wijst naar grootste gemiddelde; *, p<0,05, **, p<0.01, ***, p<0.001

Pearsson correlaties: ./.. = correlatie coëfficiënt; *, p<0,05, **, p<0.01

Correlaties in het midden zijn bij alle vier de groepen leerkrachten in (vrijwel) even sterke mate terug te vinden en wijzen op een lineair verband binnen de hele stamgroep.

In de figuren 2 t/m 5 zijn voor elke stamgroep apart de resultaten van de t-tests en de Pearson correlaties samengevat. Bij alle 16 groepen die vergeleken worden in de t-tests is een sterk correlatie te zien tussen de plezierige leerkracht en interesse. De door Bergin (1999) gerapporteerde invloed van de enthousiaste docent op de interesse van de leerling zou hiermee kunnen samenhangen. Aan de andere kant is het aannemelijk dat leerlingen met intrinsieke interesse hun leerkracht als plezieriger ervaren.

Vrijwel overal ziet men een samenhang tussen begrip en interesse. Dit betekent dat het aantal begrepen lessen en het aantal interessante lessen gelijk opgaan. Aan de ene kant kan interesse uit begrip voortkomen, omdat een vak interessanter wordt naarmate leerlingen er meer van begrijpen. Aan de andere kant zullen leerlingen ook meer open staan voor de lessen en er meer van begrijpen als de lessen interessant zijn. Deze vorm van begrip wil ik hier 'interessebegrip' noemen. Interessebegrip is begrip dat samenhangt met interesse voor het vak al of niet gestimuleerd door de leerkracht.

Het feit dat interesse en begrip niet overal gelijk op gaan toont aan dat er ook andere vormen van begrip zijn, in dit paper kortweg 'basisbegrip' genoemd. De lessen die begrepen worden door 'basisbegrip' zijn de lessen die onafhankelijk van interesse toch begrepen worden. Het basisbegrip zou bijvoorbeeld kunnen samenhangen met de exacte capaciteiten

van leerlingen (GRADES, tabel 4) maar ook met andere zaken als hulp/steun van buitenstaanders.

Als tussen twee groepen leerlingen de hoeveelheid interesse duidelijk verschilt maar de hoeveelheid begrip niet, betekent dit dat bij de 'interessante leerkrachten' het interessebegrip hoog is ten koste van het basisbegrip. In de figuren ziet men dit het duidelijkst in de verschillen tussen de ongedisciplineerde en de gedisciplineerde leerkracht bij N1-meisjes en N12-jongens en in iets mindere mate bij de N12-meisjes met een plezierige leerkracht (vergelijken van interesse en begrip over de horizontale lijn). De samenhang tussen 'basisbegrip' en capaciteiten (GRADES) wordt bevestigd door een significant verschil in GRADES, dat samen gaat met het hier veronderstelde verschil in 'basisbegrip' (figuur 2 en figuur 4).

Nivellerend mechanisme bij leerkrachten

Al met al, ziet men in figuren 2 t/m 4, dat de toename van interesse onder invloed van de leerkracht in meer of mindere mate samengaat met het toenemen van het relatieve resultaat van de leerlingen, de N1-jongens even buiten beschouwing gelaten. Het feit dat de meest succesvolle leerkracht gemiddeld gezien toch vrijwel geen hogere examencijfers kan laten zien lijkt erop te wijzen dat de relatief minder goede leerlingen (lagere GRADES) meer profijt hebben van de leerkracht dan de relatief goede leerlingen. Het eerder beschreven fenomeen dat bij meer discipline van de leerkracht het 'basisbegrip' afneemt met het toenemen van het 'interessebegrip' (positief gecorreleerd met relatieve resultaten) wijst erop dat de samenhang tussen discipline en 'interessebegrip'/relatieve resultaten vaker terug te vinden is bij de relatief mindere leerlingen (minder 'basisbegrip') dan bij de relatief goede leerlingen.

Als dit verschijnsel doorgetrokken mag worden naar leerlingen in andere onderwijsniveaus zou dit hetzelfde verschijnsel kunnen zijn dat Brekelmans e.a. (1990) zien als ze de correlatie tussen leraarkarakteristieken en interesse vergelijken met de correlatie tussen leraarkarakteristieken en resultaten. Ook zou dit verschijnsel kunnen samenhangen met de relatief lage spreiding in Nederlandse natuurkundescores in het TIMSS advanced onderzoek (Meelissen & Drent, 2009). Of zoals de Onderwijsraad het formuleert, het verschijnsel dat de goede resultaten van Nederland in vergelijkende onderzoeken vooral aan de onderkant worden behaald (Onderwijsraad, 2007). Dat zou erop wijzen dat het hier om een typisch Nederlands mechanisme gaat en omdat dit mechanisme leidt tot minder spreiding in prestaties zou ik dit een 'nivellerend mechanisme' willen noemen.

Nivellerend mechanisme bij de leerlingen

Bij de N1-jongens (figuur 5) met een gedisciplineerde leerkracht is de samenhang tussen het plezierig zijn en de interesse vergelijkbaar met andere leerlingen. Echter hier is de relatie tussen leerkracht en (relatief) resultaat te klein om te detecteren.

De interacties tussen de ongedisciplineerde leerkracht en N1-jongens zijn totaal anders dan bij anderen en liggen buiten het bestek van deze paper. Opvallend is echter dat N1-jongens bij een als onplezierig ervaren ongedisciplineerde leerkracht pas harder gaat werken als ze er echt niets meer van begrijpen.

Bij N12-jongens is er over de hele linie een negatieve correlatie te zien tussen hard werken en begrip (figuur 3). Deze negatieve correlatie is een aanwijzing voor een nivellerend mechanisme bij mannelijke leerlingen. Het feit dat 33% van de N12-jongens aangeven (vrijwel) alle lessen te hebben begrepen, toont het probleem van leerkrachten die hun leerlingen naast natuurkundebegrip ook een werkmentaliteit willen meegeven.

Verder onderzoek

In de data zijn ook andere nivellerende mechanismen terug te vinden. Niet alleen bij studenten of bij leerkrachten, maar bijvoorbeeld ook bij schoolorganisaties. Zo ziet men dat er op gymnasia significant minder natuurkundelessen worden aangeboden dan op het atheneum. In het vervolg van dit onderzoek zullen deze nivellerende mechanismen speciale aandacht krijgen. Een tweede enquête uitgevoerd onder de respondenten van dit onderzoek kan verheldering geven over de invloed die de natuurkundeleraar heeft op de prestaties van de studenten in het eerste studiejaar en over hoe de nivellerende mechanismen hier eventueel op doorwerken. Dit laatste kan allicht verheldering brengen in de huidige discussie over de oorzaak/het bestaan van een zesjescultuur.

Het moet duidelijk zijn dat het nivellerend mechanisme van de leerkracht niet mag worden teruggebracht tot een wet van Meden en Persen dat **de** Nederlandse leerkracht alleen maar invloed heeft op de mindere leerling. Om de nuances van dit mechanisme nader te onderzoeken is een diepgaand, kwalitatief onderzoek opgezet, dat gekoppeld is aan deze data.

Referenties

Commissie Vernieuwing Natuurkunde (2006), Natuurkunde Leeft; NNV, <http://www.nieuwenatuurkunde.nl/NiNa>.

Cottaar, A. (nog te publiceren), The Effects of Dutch pre-Academic High School Physics Education on Exam Grades.

FICSS (2003), Factors Influencing College Science Success. Survey of Students in Introductory College Physics, *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics*.

Labudde, P., Herzog, W., Neuenschwander, M.P., Violi, E. & Gerber, C. (2001), Girls and physics: teaching and learning strategies tested by classroom interventions in grade 11, *International Journal on Science Education*, 22(2), 143-157.

Lawrenz, F. Wood, N.B., Kirchoff, A., Kim, N.K. & Eisenkraft, A. (2009). Variables Affecting Physics Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (9), 961-976. doi: 10.1002/tea.20292

Bergin, D.A. (1999), Influences on Classroom Interest, *Educational Psychologist*, 32(2), 97-98.

Brekelmans, M., Wubbels, T. & Creton, H. (1990) A Study of Student Perceptions of Physics Teacher Behavior, *Journal of Research in Science Teaching* 27 (4), 335-350.

Carlone, H.B. (2004). The Cultural Production of Science in Reform-based Physics: Girls' Access, Participation, and Resistance. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (4), 392-414.

Cleaves, A. (2005). The Formation of Science Choices in Secondary School. *Research Report*, 27 (4), 471-486.

Gillibrand, E., Robinson, P., Brawn, R. & Osborn, A. (1999). Girls' Participation in Physics in Single Sex Classes in Mixed Schools in Relation to Confidence and Achievement. *Research Reports*, 21 (4), 349-362.

Gungor, A.A., Eryilmaz, A. & Fakıoğlu, T. (2007). The Relationship of Freshmen's Physics Achievement and Their Related Affective Characteristics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (8), 1036-1056.

Hattie, J. (2003). Teachers Make a Difference, What is the Research Evidence? University of Auckland, *Australian Council for Educational Research*, October 2003.

Hazari, Z., Tai, R.H. & Sadler, P.M. (2007). Gender Differences in Introductory University Physics Performance: The Influence of High School Physics Preparation and Affective Factors. *Science Education*, 91 (6), 847-1037. DOI: 10.1002/sce.20223

Meelissen, M.R.M. & Drent, M. (2009). Nederland in TIMSS Advanced.:
Leerprestaties van 6 vwo-leerlingen in Wiskunde B en Natuurkunde.
<http://purl.org/utwente/68672>.

Onderwijsraad (2009), Werkprogramma 2010
<http://www.onderwijsraad.nl/upload/dossiers/5/documenten/werkprogramma2010.pdf>

PRiSE (2007), Persistence Research in Science & Engineering. Survey of Students in
Introductory College English, *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics*.

Stamovlasis, D., Dimos, A. & Tsaparlis, A. (2006), A Study of Group Interaction
Processes in Learning Lower Secondary Physics, *Journal of Research in Science Teaching*,
43 (6), 556-576.

Robbins, S.B., Lauver, K., Le, H., Davis, D., Langley, R. & Carlstrom, A. (2004), Do
Psychosocial and Study Skill Factors Predict College Outcomes? A Meta-Analysis.
Psychological Bulletin, 130 (2), 261-288.

Shim, S. H. (2008), A philosophical investigation of the role of teachers: A synthesis
of Plato, Confucius, Buber, and Freire. *Teaching and Teacher Education*, 24, 515-535
doi:10.1016/j.tate.2007.09.014

Simons, P.R.J.(2005), Zelfstandig kunnen leren. *WRR rapport. Universiteit van
Brabant*. <http://igitur-archive.library.uu.nl/ivlos/2005-0622-190926/5838.pdf>

Taconis, R. & Holleman, W. (1998), Van VWO naar WO: aansluitprocessen en -
problemen in de propedeuse - eindverslag van het project Aansluiting VWO-WO,
Mededeling nr. 59 van het IVLOS.

Tai, R.H., Sadler, P.M. (2001). Gender Differences in Introductory Undergraduate
Physics Performance: University Physics versus College Physics in the USA. *International
Journal of Science Education*, 23 (10), 1017-1037.

Zohar, A. & Sela, D. (2003). Her Physics, His Physics: Gender Issues in Israeli
Advanced Placement Physics Classes. *International Journal of Science Education*, 25 (2),
245-268.