

MASTER'S THESIS

Leerprestaties Voorspellen op het Middelbaar Beroepsonderwijs aan de hand van Eerdere Leerprestaties, Intelligentie en Executieve Functies

Knijnenburg, M.

Award date:
2018

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

pure-support@ou.nl

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 09. Dec. 2023

Open Universiteit
www.ou.nl



**Leerprestaties Voorspellen op het Middelbaar Beroepsonderwijs aan de hand van
Eerdere Leerprestaties, Intelligentie en Executieve Functies**

**Predicting Academic Achievement on Vocational Education and Training by means of
Prior Academic Achievement, Intelligence and Executive Functions**

M.W. Knijnenburg

**Master Onderwijswetenschappen
Open Universiteit**

**Datum: 25 november 2018
Begeleider: Dr. H.J.M. Gijsselaers**

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Samenvatting | 3 |
| Summary | 5 |
| Inleiding | 7 |
| Probleemschets en doel van het onderzoek | 7 |
| Theoretisch kader | 7 |
| Leerprestaties | 8 |
| Eerdere leerprestaties | 8 |
| Intelligentie | 9 |
| Executieve functies | 10 |
| Relatie tussen de drie factoren en leerprestaties | 12 |
| Vraagstellingen en hypothesen | 13 |
| Methode | 14 |
| Ontwerp | 14 |
| Participanten | 15 |
| Materialen | 15 |
| Procedure | 18 |
| Data-analyse | 18 |
| Resultaten | 19 |
| Rekenen | 20 |
| Nederlands | 23 |
| Discussie | 23 |
| Conclusie | 23 |
| Discussie | 23 |
| Tekortkomingen | 26 |
| Aanbevelingen | 27 |
| Referenties | 28 |

Leerprestaties voorspellen op het middelbaar beroepsonderwijs aan de hand van eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies

M.W. Knijnenburg

Samenvatting

Voortijdig school verlaten is op het middelbaar beroepsonderwijs (mbo) een probleem. Om studenten succesvol hun studie te laten doorlopen is het praktisch om vooraf leerprestaties te kunnen voorspellen zodat, indien nodig, extra ondersteuning aangeboden kan worden. Leerprestaties kunnen voorspeld worden aan de hand van eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies. Onduidelijk is hoe groot de bijdrage is van deze variabelen op de nieuwe leerprestaties bij oudere adolescenten op het mbo.

Het doel van dit onderzoek is dan ook ontdekken hoe eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies zich relateren tot de leerprestaties bij oudere adolescenten op het mbo. Omdat elke beroepsopleiding andere vakken aanbiedt, is er gekozen voor de generieke vakken rekenen en Nederlands als uitkomstmaat voor de nieuwe leerprestatie.

Er is observationeel onderzoek uitgevoerd bij niveau 3 studenten van het Zadkine Gezondheid, Welzijn en Sport College en het Zadkine Optiek College, een mbo-school in de regio Rotterdam. 119 studenten in de leeftijd van 16 tot 25 jaar hebben meegedaan, van deze groep was 10% man. Na toestemming van de commissie Ethische Toetsing van de Open Universiteit en van de directeur van beide Zadkine colleges, zijn studenten in de klassen tijdens de lessen rekenen of Nederlands benaderd. De deelname aan het onderzoek was op vrijwillige basis, studenten hebben hier toestemming voor verleend.

Voor de variabele eerdere leerprestaties is gebruikt gemaakt van de cijfers van de nulmeting voor rekenen en Nederlands welke in het reguliere programma is opgenomen. Testen om de waarden voor de variabelen intelligentie en executieve functies te bepalen, zijn afgenomen in de klas. Intelligentie is gemeten met twee korte testen en executieve functies met de *Amsterdam Executive Function Inventory*. De nieuwe leerprestaties zijn gemeten met een gemiddelde van vier rekentoetsen en een schrijftoets voor Nederlands. Deze toetsen zijn eveneens onderdeel van het reguliere lesprogramma.

Uit de resultaten blijkt dat eerdere leerprestatie, intelligentie en executieve functies geen relatie hebben met Nederlands, dit lijkt te komen door het lage aantal participanten. Eerdere leerprestatie, intelligentie en executieve functies samen hebben wel een relatie met nieuwe leerprestaties voor rekenen. Voor de variabele executieve functies alleen waren er geen significante waardes vanwege het lage aantal participanten.

De hypothese van dit onderzoek is deels beantwoord waarbij de beperking van dit onderzoek, te weinig participanten, de voornaamste reden lijkt te zijn van het niet volledig kunnen beantwoorden

van de hypothesen. Toch zijn deze resultaten van belang voor mbo scholen om mogelijke uitval beter te kunnen voorspellen. Mbo scholen kunnen er voor kiezen om behalve een nulmeting voor rekenen aan het begin van de opleiding, een vragenlijst voor executief functioneren af te nemen. Zo krijgen de mbo scholen een beter beeld van de student en van de eventuele begeleiding die de student nodig heeft. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek zijn gericht op het aanpassen van de intelligentietest, de volgorde van observationeel onderzoek en voldoende deelnemers voor een grotere kans op significante resultaten.

Trefwoorden: eerdere leerprestaties, intelligentie, executieve functies, voorspellen nieuwe leerprestaties.

**Predicting academic achievements on vocational education and training by means of
prior academic achievements, intelligence and executive functions**

M.W. Knijnenburg

Summary

School drop-out is a problem at vocational education and training. In order for students to successfully complete their study it is helpful to be able to predict academic achievements in advance, facilitating the offer of extra support to the students if necessary. Academic achievements can be predicted by using prior academic achievements, intelligence and executive functions. It is unclear to what extent these variables contribute to the new academic achievements of older adolescents at the vocational education and training.

The aim of this study is therefore to explore how prior academic achievements, intelligence and executive functions relate to academic achievements of older adolescents at vocational education and training. As each vocational education and training institute offers different subjects, the generic courses mathematics and Dutch language have been chosen to measure new academic achievements.

Observational research has been performed on level 3 students of the 'Zadkine Gezondheid, Welzijn en Sport college' and 'Zadkine Optiek college', a vocational education and training institute in the region of Rotterdam. 119 Students between the ages of 16 and 25 years have participated in the study, of whom 10% were male. With the consent of the Open University Research Ethics Committee and the director of both Zadkine colleges, students have been approached to participate during their mathematics or Dutch language classes. Participation was on a voluntary basis, students have given their consent.

Grades for the baseline measurements of mathematics and Dutch language results have been used for the variable prior academic achievements which are included in the curriculum of the colleges. Values for the variables intelligence and executive functions have been derived through tests taken in the classrooms. Intelligence has been measured with two short tests and executive functions with the *Amsterdam Executive Function Inventory*. The new academic achievements have been measured with an average of four mathematics tests and a writing test in Dutch language. These tests are also components of the regular curriculum of the colleges.

Results show that no relations with prior academic achievements, intelligence and executive functions are found for the subject of Dutch language. This appears to be due to the low number of participants. However, the variables prior academic achievements, intelligence and executive functions together do have a relation with the subject of mathematics. No significant value has been found for the single variable executive functions due the low number of participants.

The hypothesis of this study has partly been answered. The restriction of too few participants seems to be the most important reason for not being able to fully answer the hypothesis. Nonetheless these outcomes are important for vocational education and training to be able to better predict possible school drop-out. It is advisable for vocational education and training to choose at the start of the study for a test with base line measurements for mathematics and a questionnaire for executive functions. In this way vocational education and training gains a better understanding of the student and of the support a student may need. Recommendations of follow-up studies are aimed at adapting the intelligence test, the sequence of observational research and sufficient number of participants in order to have an improved chance of getting significant results.

Keywords: prior academic achievements, intelligence, executive functions, predicting academic achievements

Inleiding

Probleemschets en doel van het onderzoek

Op het middelbaar beroepsonderwijs (mbo) is voortijdig school verlaten een probleem, zeker in de grote steden (DUO, 2016). Om te bepalen welke studenten succesvol hun studie doorlopen en welke mogelijk niet succesvol zullen zijn en mogelijk extra begeleiding nodig hebben, is het belangrijk om leerprestaties te kunnen voorspellen. Uit onderzoek blijkt dat eerdere leerprestaties nieuwe leerprestaties kunnen voorspellen (Robbins et al., 2004), ook is intelligentie een goede voorspeller voor leerprestaties (Spinath, 2012; Yeniad, Malda, Mesman, van Ijzendoorn, & Pieper, 2013). Naast deze twee voorspellers blijken executieve functies (EFs) eveneens leerprestaties te kunnen voorspellen (Baars, Bijvank, Tonnaer, & Jolles, 2015; Best, Miller, & Naglieri, 2011; Bull & Scerif, 2001; Roebbers, 2017; Samuels, Tournaki, Blackman, & Zilinski, 2016). Executieve functies zijn cognitieve processen die nodig zijn bij (leer)taken (Diamond, 2013) en die zich tot in de adolescentie blijven ontwikkelen (Best et al., 2011; Huizinga, 2007; Jolles, 2016).

Het middelbaar beroeps onderwijs is een belangrijk onderdeel van de samenleving, 29% van de bevolking heeft een mbo opleiding (CBS, 2017) en 40% van de studenten volgt een mbo opleiding (CBS, 2017). Op het mbo zitten studenten van alle leeftijden, de meeste studenten op het mbo zijn tussen de 16 en 18 jaar, de groep van 18 - 22 jaar is daarna het grootst (MBO Raad, 2016a). Deze laatste categorie studenten wordt ook wel de oudere adolescent genoemd (Veroude, Jolles, Croiset, & Krabbendam, 2013). Tot op heden is er weinig onderzoek gedaan op het mbo naar de relatie tussen intelligentie, eerdere leerprestaties en executieve functies enerzijds en leerprestaties anderzijds, waardoor er nog weinig gezegd kan worden over de unieke bijdrage van executieve functies op het voorspellen van leerprestaties bij deze doelgroep. Wel heeft er onderzoek plaats gevonden met betrekking tot voorspellen van leerprestaties door executieve functies op het hogere onderwijs (Baars et al., 2015), op het middelbaar onderwijs (Boschloo, Krabbendam, Aben, De Groot, & Jolles, 2014) of met een andere leeftijdsgroep (Best et al., 2011). Een onderzoek hiernaar op het mbo heeft dus een wetenschappelijke meerwaarde, omdat het aansluit bij al bestaande onderzoeken. Door dit onderzoek op het mbo uit te voeren, zou duidelijk kunnen worden wat de bijdrage van eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies op leerprestaties zijn, zodat de kans van slagen van de student mogelijk vergroot wordt. Het doel van dit onderzoek is dan ook het ontdekken van relaties tussen eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies op leerprestaties bij oudere adolescenten op het mbo.

Theoretisch kader

Al lang is bekend dat intelligentie leerprestaties kan voorspellen: het legt 25% van de variantie in verschillen in schoolprestaties uit (Spinath, 2012). Eerdere leerprestaties, in de vorm van gemiddelde

cijfers en gestandaardiseerde tests scores, dragen ook voor ongeveer 25% bij aan de variantie bij het voorspellen van succes bij eerstejaars op het hogere vervolgonderwijs (Robbins et al., 2004). Gestandaardiseerde tests meten de leerprestaties zo zuiver mogelijk (Spinath, 2012) en zijn onafhankelijk van school, klas of docent (Boschloo et al., 2014). Executieve functies kunnen mogelijk worden aangewezen als derde voorspeller (Knouse, Feldman, & Blevins, 2014).

Leerprestaties

In de meeste onderzoeken gebruikt men als leerprestatie de prestaties van de studenten op het gebied van rekenen, lezen of schrijven waarbij er voornamelijk van gestandaardiseerde testen gebruik wordt gemaakt (Best et al., 2011; Bull & Scerif, 2001; Lee, Pe, Ang, & Stankov, 2009; St Clair-Thompson, 2006; Yeniad et al., 2013). Er zijn ook onderzoeken waarbij gebruik wordt gemaakt van het gewogen gemiddelde eindcijfer (Robbins et al., 2004; Samuels et al., 2016). Op het mbo worden, naast de beroep-specifieke vakken, generieke vakken aangeboden, zoals rekenen en Nederlands. Op niveau 4 wordt ook standaard Engels aangeboden (MBO Raad, 2016b). De leerprestaties worden summatief gemeten met het examen. Voor rekenen, Engels en Nederlands wordt een centraal examen afgenomen dat landelijk is voor alle drie de niveaus van het mbo. Daarnaast worden er voor Engels en Nederlands ook nog instellingsexamens afgenomen (MBO Raad, 2016b), die onderdeel zijn van het eindcijfer voor het examen. Binnen de mbo-instelling worden formatieve toetsen afgenomen om de voortgang van de leerling te bepalen. Dit kan plaatsvinden door het afnemen van gestandaardiseerde toetsen van een uitgeverij voor studiemateriaal en door zelfgemaakte toetsen die de docent tussendoor afneemt. Gestandaardiseerde testen hebben de voorkeur omdat de scores van deze testen voor alle studenten gelijk zijn en niet afhankelijk van de school, klas of docent (Boschloo et al., 2014).

Eerdere leerprestaties

Het gewogen gemiddelde eindcijfer is nog steeds de meest gebruikte prestatie indicator als het gaat om eerdere leerprestaties (Robbins et al., 2004). Zoals eerder beschreven hebben gestandaardiseerde tests de voorkeur (Boschloo et al., 2014), ook bij eerdere leerprestaties. Gestandaardiseerde tests meten de leerprestatie van de student zo zuiver mogelijk en zijn niet gebaseerd op het curriculum. Om die reden hebben deze testen de voorkeur boven eerder behaalde cijfers (Spinath, 2012). Op het mbo wordt gewerkt met gemiddelde cijfers voor vakken om voortgang te meten. Deze gemiddelden worden niet altijd gemeten met gestandaardiseerde testen: vaak maken docenten ook zelf toetsen. Om te zorgen dat docenten geen gebruik maken van het eerder behaalde cijfer gebaseerd op het curriculum en wel gebruik maken van gestandaardiseerde testen, kiezen scholen er vaak voor gebruik te maken van gestandaardiseerde testen van uitgeverijen voor studiemateriaal. Naast het voordeel dat deze testen gestandaardiseerd zijn, heeft het ook als voordeel dat dit een geschikte manier is om een nulmeting af

te nemen en gedurende de opleiding meerdere malen de test af te nemen zodat de voortgang naar het examen gemeten kan worden (Deviant, 2017c).

Intelligentie

Sternberg (1985) liet zien dat intelligentie uit drie dimensies bestaat en dat elke dimensie bestaat uit een aantal onderdelen. Dimensie één is praktische probleemoplossing en verbale vaardigheid; dimensie twee is intellectuele balans en integratie, doeloriëntatie en leerresultaten. Dimensie drie is contextuele intelligentie en vloeiend/flexibel denken. Het blijkt dat intelligentie als een positieve eigenschap in mensen wordt gezien (Sternberg, 1985). In later onderzoek heeft Sternberg (1997) intelligentie gedefinieerd als: “the mental abilities necessary for adaptation to, as well as shaping and selection of, any environmental context” (p. 1036).

Twee andere bekende theorieën over intelligentie zijn van Hans J. Eysenck en van Raymond B. Cattell (Boyle et al., 2016). Eysenck had een theoretische en op laboratoriumonderzoek gerichte benadering. Hij heeft onderbouwd dat biologische componenten van intelligentie afhangen van genetische aanleg uitgedrukt in ontwikkelings- en neuro-chemische paden. Deze biologische correlaties zijn met verschillende metingen van de hersenen gevonden. Behalve de biologische benadering van intelligentie, bestaat intelligentie volgens Eysenck ook uit psychometrische intelligentie die gemeten wordt door IQ testen en sociale intelligentie die de psychometrische intelligentie weer beïnvloedt (Boyle et al., 2016).

Cattell heeft met zijn ‘*General Fluid and General Crystallised*’ theorie bijgedragen aan de Cattell-Horn-Carroll theorie van intelligentie. De ‘*General Fluid*’ (Gf) intelligentie is het vermogen om onbekende informatie of nieuwe procedures te gebruiken bij breed beredeneren, problemen oplossen en concepten bedenken. ‘*General Crystallised*’ (Gc) intelligentie is het vermogen om te beredeneren, waarbij gebruikt wordt gemaakt van al bestaande kennis en procedures. Bij de Cattell-Horn-Carroll theorie werden de volgende factoren, aanvullend op de ‘*Gf and Gc theory*’, van intelligentie geïdentificeerd: kwantitatieve capaciteit, lees- en schrijfbekwaamheid, korte termijn geheugen, lange termijn geheugen en mogelijkheid tot terughalen uit het lange termijn geheugen, visuele en auditieve processen, proces snelheid en beslissingssnelheid (Boyle et al., 2016). Bij het vergelijken van bovenstaande theorieën, is de volgende overlap te zien: de drie theorieën beschrijven intelligentie als een begrip dat uit meerdere cognitieve processen bestaat. Intelligentie gaat in alle drie de theorieën over probleem oplossen en (verbaal) beredeneren in een bestaande of nieuwe context.

Om betrouwbaar intelligentie te kunnen meten bij mensen ouder dan 16 jaar, is een veel gebruikte diagnostische test de Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS). De WAIS IV is de meest recente versie waarmee een volledig IQ gemeten kan worden. Met deze versie kan ook de verbale index, perceptuele index, werkgeheugen index en proces-snelheid-index gemeten worden (Climie & Rostad,

2011). Het afnemen van de testen waarmee het volledige IQ gemeten wordt, kost veel tijd: voor de WAIS IV staat ruim een uur (Climie & Rostad, 2011). Uit de onderzoeken van Lee et al. (2009), van Brydges, Reid, Fox, and Anderson (2012) en van Friedman et al. (2006) blijkt dat met subtesten van de WAIS of andere korte intelligentietesten betrouwbaar en vlug intelligentie gemeten kan worden. Volgens Yeniad et al. (2013) wordt in sommige studies alleen gebruik gemaakt van een verbale test en in andere studies weer alleen van een non-verbale test en in weer andere studies van meerdere subtesten of een testbatterij.

Op basis van bovenstaande literatuur kan geconcludeerd worden dat bij het meten van intelligentie gebruikt wordt gemaakt van een test die het probleem oplossend vermogen en een test die de verbale intelligentie meet. Ook wordt in veel onderzoeken gebruik gemaakt van subtesten of testen die een indicatie van intelligentie geven en geen compleet diagnostisch beeld.

Executieve functies

Het onderzoek van Miyake et al. (2000) had als doel te voorzien in een empirische basis voor executieve functies (EFs). Uit dit onderzoek zijn als drie belangrijkste executieve functies naar voren gekomen: *shifting* ofwel wisselen tussen taken of mentale sets, *updating* ofwel bijwerken en monitoren van werkgeheugen representaties en *inhibition* ofwel remming van dominante of krachtige responses. Geen van deze drie executieve functies hebben dezelfde onderliggende cognitieve samenstelling (Miyake et al., 2000). Diamond (2013) beschrijft EFs als (a) inhibitie, ofwel remming op gedrag: in staat zijn om zelfcontrole uit te oefenen en niet impulsief te reageren, (b) interferentie controle, in staat zijn om de aandacht selectief naar een onderwerp te brengen en vast te houden, (c) werkgeheugen en (d) cognitieve flexibiliteit: snel kunnen schakelen tussen taken en veranderende omstandigheden. Volgens de review van Jurado and Rosselli (2007) bestaan EFs uit: (a) aandachtcontrole welke selectieve aandacht, langdurige aandacht en respons inhibitie bevat, (b) planning: in staat zijn de stappen en elementen te identificeren en uit te voeren die nodig zijn om het doel te behalen, (c) cognitieve flexibiliteit en (d) spreekvaardigheid. Naast de basis executieve functies zijn er ook complexe executieve functies. Dit zijn EFs waarbij sprake is van een combinatie of samenhang tussen de verschillende componenten van executieve functies die iemand moet toepassen bij het uitvoeren van een taak (Best et al., 2011). Ondanks overeenkomsten in de literatuur en een algemeen compromis over het executief functioneren is er nog niet een eenduidig antwoord op wat executieve functies zijn (Jurado & Rosselli, 2007). Men is het er wel over eens dat executieve functies complex zijn en een bijdrage leveren aan aangepast menselijk gedrag. De executieve mogelijkheden staan de mens toe om in een constant veranderende omgeving zich aan te passen, de manier van denken te wisselen en tegelijkertijd ongepast gedrag te remmen. De executieve functies geven de mens de mogelijkheid om een plan te bedenken, uitvoering aan het plan te geven en te volharden tot het gelukt is. Executieve

functies bieden de mogelijkheid om gedachten te organiseren en er op een doelgerichte manier uitvoering aan te geven. Daarom draagt het bij aan succes op school en in werksituaties (Jurado & Rosselli, 2007). Men is het erover eens dat EFs met elkaar samenhangen en moeilijk apart zijn te meten (Bull & Scerif, 2001; Miyake et al., 2000) en dat EFs belangrijk zijn voor de normale prestatie (Salthouse, Atkinson, & Berish, 2003).

Het meten van executieve functies komt voort uit de neuropsychologie (Miyake et al., 2000) en kan gedaan worden aan de hand van taken die de deelnemer uitvoert en waarbij objectief gemeten wordt of en hoe de deelnemer de executieve functies inzet. Er zijn heel veel soorten taken die een deelnemer kan uitvoeren. Het risico van een taak laten uitvoeren die behoort bij een executieve functie is dat andere cognitieve processen ook betrokken kunnen zijn bij het uitvoeren van de taak. Om die reden is het belangrijk dat er meerdere taken gebruikt worden om een executieve functie construct te meten (Miyake et al., 2000). Dit probleem wordt ook wel taak-onzuiverheid genoemd (Miyake & Friedman, 2012). Tevens blijkt dat de meer traditionele executieve functie testen meer cognitieve processen meten dan alleen de EFs (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, & Catroppa, 2001) en dat de relaties tussen de executieve functieschalen en de test vaak laag en niet significant waren (Barkley & Murphy, 2011). Het is dus belangrijk dat de EFs in zijn totaliteit gemeten worden en niet met losse taken.

Een eenvoudige manier van het meten van EFs in zijn totaliteit is het gebruik maken van zelfrapportage vragenlijsten die door de deelnemer worden ingevuld (Van der Elst et al., 2012). Zelfrapportage vragenlijsten zijn subjectief omdat de deelnemers wordt gevraagd zichzelf te beoordelen op dagelijks executief functioneren zoals zij dat ervaren in de klas (Baars et al., 2015). Een voordeel van subjectief meten ten opzichte van objectief meten is dat bij objectief meten met EF testen een interactie effect kan ontstaan tussen de EF testen en de intelligentie van de participant (Mahone et al., 2002). Dit effect ontstaat niet als executief functioneren door middel van zelfrapportage vragenlijsten wordt gemeten (Roth, Isquith, & Gioia, 2005). Het nadeel van zelfrapportage vragenlijsten is dat de deelnemer wel leesvaardigheid en enige mate van zelfreflectie moet hebben om de lijst goed in te kunnen vullen (Van der Elst et al., 2012). Er zijn twee soorten vragenlijsten: de *Behavioral Rating Inventory of Executive Functioning – Self Report* (BRIEF-SR) (Gioia, Isquith, Guy, & Kenworthy, 2000) en de *Amsterdam Executive Function Inventory* (AEFI) (Van der Elst et al., 2012). Het voordeel van de AEFI is dat de executieve functies in zijn totaliteit gemeten worden en deze lijsten bij zowel kinderen als volwassenen kunnen worden afgenomen. De AEFI is een goede zelfrapportage vragenlijst om executieve functies te meten omdat ondanks de korte vragenlijst aandacht, zelfcontrole en zelfmonitoring, plannen en initiatief nemen de onderliggende factoren van de vragenlijst zijn (Van der Elst et al., 2012). Tevens heeft de vragenlijst een goede interne samenhang en betrouwbaarheid (α ,64 aandacht, α ,65 zelfcontrole en zelfmonitoring, α ,60 plannen en initiatief). De

BRIEF - SR blijkt mogelijk geen voorspeller van studieresultaten na correctie op eerder behaalde cijfers en gender (Boschloo et al., 2014).

Relatie tussen de drie factoren en leerprestaties

Zoals eerder beschreven blijkt dat gemiddelde cijfers en gestandaardiseerde test scores voor ongeveer 25% van de variantie op leerprestaties verklaren (Robbins et al., 2004). Dit blijkt ook uit het onderzoek van Casillas et al. (2012) waarin eerdere leerprestaties gemeten worden met eerder behaalde cijfers ($r = ,64$) en gestandaardiseerde test scores ($r = ,56$). De review van Schneider and Preckel (2017), die gaat over welke variabelen relatie hebben met de leerprestaties van de student, beschrijft 105 variabelen. In de top 10 staat gewogen gemiddeld eindcijfer op de zevende plaats ($d = ,090$) en de resultaten van gestandaardiseerde testen op de tiende plaats ($d = 0,79$). De overige onderwerpen in deze top 10 gaan over verschillende instructie door de docent in de klas en motivatie van de student welke relatie hebben met de prestatie van de student, voor dit onderzoek niet relevant. Uit onderzoek van Soares, Lemos, Primi, and Almeida (2015) blijkt dat eerdere leerprestaties een unieke significante voorspeller zijn van nieuwe leerprestaties. Concluderend kan gezegd worden dat eerdere leerprestaties een relatie hebben met nieuwe leerprestaties.

Volgens Spinath (2012) zijn intelligentie en leerprestaties gerelateerd aan elkaar, niet alleen omdat intelligentie leerprestaties beïnvloedt, maar ook omdat leerprestaties de intelligentie versterken. Ook blijkt dat de sterkte van de associatie tussen intelligentie en leerprestaties afhangt van de vraag of er gebruik is gemaakt van cijfers of van gestandaardiseerde testen als indicator voor de leerprestaties: intelligentie is meer gecorreleerd met resultaten van gestandaardiseerde testen dan met cijfers (Spinath, 2012). Uit het onderzoek van Soares et al. (2015) blijkt dat intelligentie, gemeten met de *Reasoning Tests Battery* van Baddeley (1968) geen direct significant effect heeft op leerprestaties, maar dat intelligentie wel gecorreleerd is aan eerdere leerprestaties die weer effect hebben op de nieuwe leerprestaties. Uit het eerder aangehaalde review van Schneider and Preckel (2017) staat intelligentie op plaats 30 ($d = 0,47$). Dit is een hoge plaats, maar de waarde van Cohen's d heeft een medium *effect size* en in de review komen ook veel predictoren terug die niet in deze studie worden meegenomen, zoals instructie door de docent. Geconcludeerd kan worden dat intelligentie een relatie heeft met nieuwe leerprestaties en er mogelijk enige overlap is met eerdere leerprestaties.

Volgens Knouse et al. (2014) kunnen executieve functies de derde factor zijn die leerprestaties kunnen voorspellen. Dit blijkt uit de negatieve relatie tussen executieve functie beperkingen bij de student en het gewogen gemiddelde eindcijfer ($r = - 0,29$). Veel activiteiten in de klas vragen om het tegelijkertijd verwerken en opslaan van informatie, hiervoor zijn executieve functies nodig (St Clair-Thompson, 2006). Executieve functies dragen bij aan leerresultaten voor wiskunde (Bull & Scerif, 2001; St Clair-Thompson, 2006), voor Engels en voor 'science' (St Clair-Thompson, 2006). Uit

onderzoek van Best et al. (2011) blijkt dat EFs op alle leeftijden tot 17 jaar correleert met rekenen en lezen. *Inhibition* draagt bij aan het onderdrukken van bestaande strategieën zodat de nieuwe strategie toegepast kan worden. Als de inhibitie niet goed werkt, wordt het werkgeheugen overbelast waardoor de student het werkgeheugen niet optimaal kan benutten (Bull & Scerif, 2001). De EF *updating* heeft wel met het werkgeheugen te maken, maar er is een belangrijk verschil: *updating* vraagt om een actieve manipulatie van relevante informatie in het werkgeheugen en niet alleen maar opslaan van informatie (Miyake et al., 2000). *Shifting* heeft eveneens een significante relatie met rekenen en lezen (Yeniad et al., 2013). Voor alle drie factoren geldt dus dat zij relatie hebben met leerprestaties, waarbij de EFs vooral relatie hebben met rekenen of lezen.

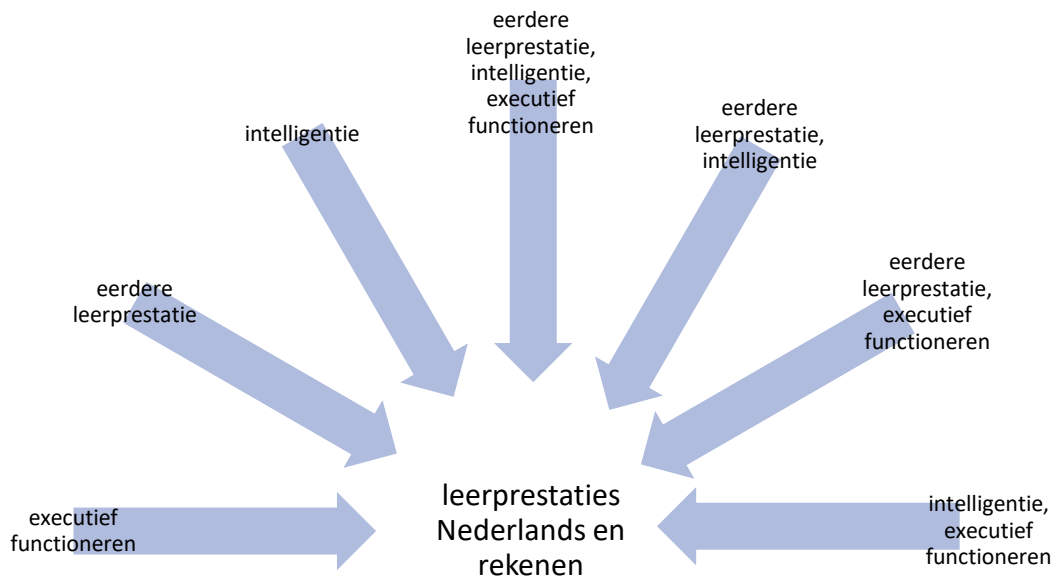
Vraagstellingen en hypothesen

Het doel van dit onderzoek is het ontdekken van relaties tussen eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies op nieuwe leerprestaties bij oudere adolescenten op het mbo. Concluderend: op basis van bovenstaand theoretisch kader, kan bij dit onderzoek gezegd worden dat (a) de nieuwe leerprestaties bij voorkeur met een gestandaardiseerde test afgenomen dienen te worden; dat (b) de leerprestaties gericht zijn op rekenen, lezen of schrijven; dat (c) intelligentie een cognitief proces is, waarbij probleem oplossen en (verbaal) redeneren in bestaande of nieuwe context centraal staan; dat (d) eerdere leerprestaties bij voorkeur worden gemeten met gestandaardiseerde testen, omdat scores van deze testen onafhankelijk zijn van klas of docent; dat (e) met executieve functies het cognitieve proces van zelfsturing van menselijk gedrag bedoeld wordt, waarbij men in staat is om doelgericht en met aandacht een plan ten uitvoer te brengen, tegelijkertijd het eigen ongepaste gedrag kan remmen en in staat is om, indien nodig, snel te wisselen tussen de taken. Daarnaast kan er geconcludeerd worden dat intelligentie en eerdere leerprestaties een relatie hebben met nieuwe leerprestaties en dat EFs eveneens relatie hebben met nieuwe leerprestaties, vooral met rekenen, lezen en schrijven.

Het percentage in de variantie op leerprestaties voor intelligentie zoals beschreven door Spinath (2012) en eerdere leerprestaties beschreven door Robbins et al. (2004) zijn niet specifiek voor de doelgroep oudere adolescenten op het mbo. Ook is veel onderzoek gedaan naar EFs als voorspeller van leerprestaties bij kinderen of jonge adolescenten en nog weinig bij oudere adolescenten. Tevens blijkt dat executieve functies zich tot het einde van de adolescentie ontwikkelen (Huizinga, 2007; Jolles, 2016). Om die reden is het interessant te weten te komen hoe deze ontwikkeling bijdraagt aan nieuwe leerprestaties. Voor dit onderzoek is daarom de volgende vraagstelling onderzocht: Op welke wijze voorspelt intelligentie, eerdere leerprestaties en executieve functies de leerprestaties voor rekenen en Nederlands bij oudere adolescenten op het mbo? De hypothese die hierbij onderzocht wordt is:

- Eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies hebben een positieve en sterke relatie met nieuwe leerprestaties.

Naast de gezamenlijke bijdrage van de predictoren van leerprestaties, zal ook elke predictor apart meegenomen worden in de statistische analyse, zodat duidelijk wordt wat de unieke bijdrage van elke predictor is aan leerprestaties. Tevens zal de onderlinge samenhang tussen eerdere leerprestatie en intelligentie, tussen eerdere leerprestatie en EFs en tussen intelligentie en EFs gemeten worden. Dit is schematisch weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. Schematische weergave van de statistische analyses.

Methode

Ontwerp

Om de hypothese te beantwoorden, is een observationeel onderzoek gedaan. De nieuwe leerprestaties zijn gemeten aan de hand van een oefenexamen voor rekenen en Nederlands. Dit oefenexamen is een of twee weken na het afnemen van de intelligentietest en de zelfrapportage vragenlijst voor executieve functies afgenomen. Het voordeel van een oefenexamen is dat deze gestandaardiseerd en op het niveau van de student is. Het oefenexamen is afgenomen als onderdeel van het reguliere lesprogramma. Voor het meten van eerdere leerprestaties is gebruik gemaakt van bestaande toets gegevens die eerder zijn afgenomen door middel van een nulmeting als onderdeel van het lesprogramma. De intelligentie is gemeten aan de hand van twee intelligentietesten die de mate van probleem oplossen en verbaal beredeneren meten. Zoals eerder beschreven blijkt uit de literatuur dat deze twee onderdelen voorkomen in de verschillende theorieën over intelligentie. De executieve functies van de studenten

worden gemeten aan de hand van een zelfrapportage vragenlijst, er is op basis van de literatuur gekozen voor de AEFI.

Participanten

De mbo studenten die benaderd zijn voor dit onderzoek volgen een opleiding in de gezondheidszorg, welzijn, sport of optiek en zitten in de regio Rotterdam op het Gezondheid, Welzijn en Sport College of het Optiek College van het Zadkine. In totaal zitten er op deze school ongeveer 3900 studenten. De studenten komen uit de stad Rotterdam of uit de regio Groot-Rijnmond, de etnische achtergrond is zeer divers. In eerste instantie zijn er negen klassen benaderd met in totaal 207 studenten. Al vrij snel bleek dat studenten niet in de les aanwezig waren of klassen op stage waren waardoor zij bepaalde reken- of Nederlands toetsen niet gedaan hadden, hierdoor was het aantal participanten erg laag. De onderzoeker heeft er toen voor gekozen om ook studenten van andere opleidingen en andere locaties te benaderen om mee te werken aan het onderzoek. Deze extra inzet heeft geresulteerd in 120 participanten.

De studenten zijn geselecteerd op basis van leeftijd. Zoals eerder beschreven, vond dit onderzoek plaats bij de doelgroep late adolescentie hetgeen betekent dat de studenten die benaderd zijn tussen de 16 en 25 jaar zijn. Ook werden de studenten geselecteerd op niveau: om een goede vergelijking te maken in dit onderzoek was het van belang dat van alle studenten dezelfde leerprestatie werd gemeten. Om deze reden is gekozen voor niveau 3 studenten uit alle leerjaren. Bijkomend voordeel van niveau 3 studenten is dat dit een mooi beeld geeft van 'het typische mbo-niveau'. Op niveau 4 zitten veel studenten die al bijna het niveau van hoger beroepsonderwijs aankunnen wat mogelijk een vertekend beeld geeft van de leerprestatie. Op beide colleges zitten in totaal ongeveer 560 niveau 3 studenten.

De grootte van de benodigde *sample* hangt volgens Field (2013) samen met de verwachte *effect size*: als er sprake is van een grote *effect size* (R^2 ,26) dan zal een *sample* van 77 altijd volstaan. Aangezien de verwachting is dat eerdere leerprestaties en intelligentie voor ongeveer 25% bijdragen aan de variantie, zal 77 dus de minimale grootte moeten zijn. Field (2013) geeft ook aan dat bij een medium *effect size* (R^2 ,13) een *sample* grootte van 160 altijd voldoende is. Uit het onderzoek van Baars et al. (2015) blijkt voor EFs een *effect size* van R^2 ,09 hetgeen volgens Field (2013) medium is. Om er zeker van te zijn dat de *sample* groot genoeg was, werd een richtlijn van 160 deelnemers gehanteerd. Om een goed beeld te krijgen van de participanten die meededen, is aan het begin van de test gevraagd wat hun leeftijd is, wat hun geslacht is, wat hun etnische achtergrond is en welke opleiding zij volgen.

Materialen

De afhankelijke variabele leerprestatie is, zoals eerder beschreven, gemeten met een oefenexamen voor een onderdeel van rekenen en een onderdeel van Nederlands. Dit oefenexamen werd afgenomen

op het niveau dat de studenten uiteindelijk moeten behalen en is gestandaardiseerd. Er werd gebruik gemaakt van een oefenexamen van uitgeverij Deviant (2017a). De uitkomst van het oefenexamen is een cijfer tussen de 0 en de 10 en is dus op interval niveau. Het oefenexamen was onderdeel van het reguliere lesprogramma en werd ook als zodanig ingezet door de docent rekenen of Nederlands. Omdat al snel na de afname van deze toetsen bleek dat het aantal participanten erg laag was, is er voor gekozen om ook het tweede oefenexamen rekenen dat tien weken later werd afgenomen als onderdeel van het regulier lesprogramma, mee te nemen in dit onderzoek. Aangezien dit nog niet tot het gewenste aantal participanten leidde, is ook gebruik gemaakt van twee oefenexamens rekenen die studenten hebben gemaakt als onderdeel van het reguliere lesprogramma vooraf aan de afname van de intelligentie test en de test voor executief functioneren. Dit resulteerde in twee subgroepen voor rekenen. De subgroep rekenen1 heeft als uitkomstmaat het gemiddelde van de twee rekentoetsen die na de afname van de intelligentietest en executief functioneren test zijn uitgevoerd. De subgroep rekenen2 heeft als uitkomstmaat het gemiddelde van de vier rekentoetsen: twee afgenomen vooraf aan de intelligentietest en executief functioneren test en 2 zijn afgenomen na de intelligentietest en executief functioneren test.

Voor het meten van de onafhankelijke variabele eerdere leerprestatie is gebruik gemaakt van de nulmeting die ieder jaar in september plaats vindt om het niveau van de studenten te bepalen. Deze gegevens zijn gebruikt als eerdere leerprestatie omdat de test gestandaardiseerd is, dit heeft de voorkeur bij het meten van leerprestaties (Boschloo et al., 2014) en omdat gestandaardiseerde testen de voorkeur hebben boven cijfers bij het meten van eerdere leerprestaties (Spinath, 2012). De nulmeting is de rekenniveau test (RNT) van uitgeverij Deviant (2017b) en de taalniveau test (TNT) is eveneens van uitgeverij Deviant (2017c). Bij de RNT zijn getallen, verhoudingen, meten & meetkunde en verbanden getoetst. Bij de TNT zijn lezen, spelling, stijl, woordenkennis en luisteren getoetst. Deze testen zijn, zowel bij Nederlands als bij rekenen, ingesteld op het 2F niveau. Afhankelijk van het aantal goede vragen krijgt de student moeilijkere of makkelijkere vragen, waarna uiteindelijk het niveau is bepaald per onderdeel, op een 3 puntschaal: 1F, 2F of 3F, ook wel referentieniveaus genoemd. Deze schaal is op ordinaal niveau. De referentieniveaus voor taal en rekenen zijn onderdeel van de doorlopende leerlijn van basisschool naar middelbare school en van middelbare school naar mbo (Taal en Rekenen, 2017). De respons categorieën 1F, 2F en 3F kunnen als rangorde worden gezien, maar de interval tussen de niveaus kunnen niet als gelijk verondersteld worden, net zoals bij Likert items (Jamieson, 2004). Wanneer de uitkomsten van Likert items bij elkaar worden opgeteld, kan er wel een gemiddelde berekend worden welke gebruikt mag worden in parametrische technieken (Carifio & Perla, 2008). Daarom zijn de uitkomsten van de nulmeting omgezet van string naar numerieke data en is het gemiddelde van de nulmeting dus interval niveau.

De onafhankelijke variabele intelligentie is gemeten met twee testen: de nummerserie taak van Thurstone (1938) zoals gebruikt in het onderzoek van Redick et al. (2013) en de taak verbaal redeneren van Baddeley (1968). De nummer serie taak meet *fluid intelligence* waarbij probleem oplossen en concepten bedenken centraal staat (Thurstone, 1938). De taak bestaat uit vijf items, elk item presenteert een reeks nummers en de deelnemer moet bepalen welk cijfer volgt in de reeks, de deelnemer heeft hierbij keuze uit meerdere cijfers. De deelnemer heeft in totaal vierenhalve minuut voor de taak. Voorafgaand aan de taak zijn er een aantal oefentaken zodat duidelijk wordt wat de bedoeling is. Het aantal goede antwoorden uit de vijf items is gebruikt als onafhankelijke variabele (Redick et al., 2013). De taak verbaal redeneren is een korte betrouwbare test en correleert ,59 met intelligentie (Baddeley, 1968). De test heeft 64 items welke in drie minuten worden afgenomen. Gezien de korte tijd die voor de test staat en het grote aantal items bestaat de kans dat de studenten de test niet af krijgen, dit is voor de uitslag van de test geen probleem. Elk item is een zin welke de volgorde van de letters beschrijft en vraagt om een waar of niet waar antwoord, bijvoorbeeld: ‘A wordt gevolgd door B – AB’ (waar) of ‘A wordt niet gevolgd door B – AB’ (niet waar). Scores van de test zijn van 0 tot 64 (Baddeley, 1968; Chamorro-Premuzic & Furnham, 2008), de schaal is dus op interval niveau.

Executieve functies zijn eveneens een onafhankelijke variabele en deze worden gemeten met de *Amsterdam Executive Function Inventory* (AEFI) die is ontwikkeld om executieve functies te meten bij adolescenten met een korte zelfrapportage vragenlijst (Van der Elst et al., 2012). Zoals eerder beschreven, kan executief functioneren beschreven worden als doelgericht en met aandacht een plan uitvoeren en tegelijkertijd het eigen ongepaste gedrag remmen en indien nodig, snel wisselen tussen de taken. De AEFI meet aandacht, plannen en initiatief, zelfcontrole en jezelf monitoren. Dit komt overeen met de eerder beschreven executieve functies. De test bevat 13 vragen, de antwoorden van de test zijn in een 3-punts Likert schaal weergegeven met 1 = niet waar, 2 = deels waar en 3 = waar. De vragen 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11 en 12 zijn andersom gecodeerd, zodat hogere score een indicatie zijn voor betere executieve functies. Validiteit en betrouwbaarheid zijn geëvalueerd bij een grote groep adolescenten van 15 – 18 jaar. De gemiddelde gestandaardiseerde *factor loading* voor de schalen: aandacht, zelfcontrole en zelfmonitoring, plannen en initiatief zijn ,69, ,60, en ,54. De Cronbach's alfa's zijn gemiddeld ,64, ,65, en ,60 voor dezelfde schalen (Van der Elst et al., 2012). Na het invullen van de test, geeft elke schaal een ruwe score. Aan de hand van de omreken tabel zoals in de bijlage van het onderzoek van Van der Elst et al. (2012) gegeven, kan een definitieve schaalscore berekend worden.

Leeftijd en geslacht worden als covariaten meegenomen in de analyse. Geslacht is mogelijk van invloed op executieve functies (Van der Elst et al., 2012). Ook leeftijd is mogelijk van invloed op

executieve functies omdat door rijping van de hersenen de executieve functies zich ook verder ontwikkelen (Best et al., 2011).

Procedure

Allereerst is er toestemming gevraagd aan de commissie Ethische Toetsing van de Open Universiteit om daadwerkelijk het onderzoek uit te mogen voeren (referentie U2018/02305/MQF). Daarna is toestemming gevraagd aan de directie van het Gezondheid Welzijn en Sport College en het Optiek College. De direct betrokken docenten rekenen en Nederlands zijn van tevoren ingelicht zodat zij wisten wat het onderzoek inhield en wat er van hen verwacht werd. De uitleg was hen eveneens schriftelijk per email toegezonden. De overige collegae kregen eveneens een mail met informatie zodat zij studenten bij vragen naar de onderzoeker konden doorverwijzen. Daarna werden de studenten per email geïnformeerd dat er een onderzoek zou plaats vinden en dat de onderzoeker in het klaslokaal langs zou komen tijdens de lessen rekenen of Nederlands. Bij deze mail zat de informatiebrief over het onderzoek, zodat de studenten te allen tijde de informatie konden teruglezen en dit bij minderjarigheid aan hun ouders konden laten lezen.

Tijdens de lessen heeft de onderzoeker de studenten uitgelegd wat de bedoeling was en gevraagd of de studenten mee wilden werken. Meedoen aan het onderzoek was op vrijwillige basis, er werd vooraf om schriftelijke toestemming gevraagd. De AEFI vragenlijst en de intelligentietest werden een week na de informatiesessie klassikaal afgenomen in een computerlokaal tijdens een les rekenen of Nederlands, dit duurde maximaal een uur. De instructie werd door de onderzoeker gegeven. De oefenexamens voor rekenen en Nederlands werden één week daarna afgenomen in de les door de eigen rekenen- of Nederlands docent als onderdeel van het lesprogramma. Een dag vooraf aan dit oefenexamen hadden de studenten een reminder ontvangen per mail, zodat de kans dat zij aanwezig waren groter was.

Data-analyse

Alle statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van SPSS (versie 25). Een p -waarde onder ,05 is als significantiewaarde aangehouden. Na de dataverzameling, bestond de ruwe data uit de leeftijd, het geslacht en de etnische achtergrond van de participanten en de testresultaten. De testresultaten zijn de cijfers van de nulmeting, de testcores van de AEFI per schaal, de testcores van twee intelligentietesten en de cijfers van de oefenexamens voor rekenen en Nederlands. Eerst zijn de missende data gedetecteerd zodat deze niet mee gingen in de berekening. Omdat het aantal participanten per test erg verschillend was, is er gekozen om subgroepen van het totaal participanten te maken per uitkomstmaat. Elke subgroep heeft een gelijk aantal participanten voor alle testen zodat de modellen met elkaar vergeleken kunnen worden.

Field (2013) beschrijft een aantal assumpties waaraan voldaan moet worden om te checken of de uitslagen van het regressiemodel gegeneraliseerd mogen worden. De belangrijkste is dat er sprake moet zijn van lineariteit, dit kan gemeten worden met een *scatterplot*. Daarnaast mogen de onafhankelijke *errors* niet gecorreleerd zijn en moet er sprake zijn van *homoscedasticity* en een normaal gedistribueerde *error*. Ook mogen predictoren niet correleren met externe variabelen en mag geen sprake zijn van perfecte *multicollinearity*, te meten met de *variance inflation factor*. Al deze assumpties zijn gecheckt en voldoen aan de hierboven gestelde eisen.

Begonnen werd met de berekeningen voor de beschrijvende statistiek. Voor het invoeren van de predictoren is gebruik gemaakt van *forced entry*, dit betekent dat de predictoren tegelijkertijd werden ingevoerd. In het boek van Field (2013) staat beschreven dat de *forced entry* methode een geschikte methode is om theorie te testen, daarom worden de variabelen op deze wijze ingevoerd. Daarnaast wordt de *stepwise* methode afgeraden behalve voor verkennend onderzoek (Field, 2013).

Er zijn zowel voor de uitkomstmaat rekenen als voor de uitkomstmaat Nederlands zeven regressiemodellen en een nulmodel uitgevoerd. Het nulmodel is een regressie met alleen de covariaten leeftijd en geslacht. Bij de eerste drie modellen is de berekening met één predictor uitgevoerd. Bij model 1 is dat eerdere leerprestatie, bij model 2 intelligentie en bij model 3 executief functioneren. Bij de volgende drie modellen zijn de regressies met verschillende combinaties van de predictoren uitgevoerd. Model 4 bevat intelligentie en eerdere leerprestatie, model 5 intelligentie en executief functioneren en model 6 eerdere leerprestatie en executief functioneren. In het laatste model (model 7) zijn alle predictoren samen meegenomen. Bij alle modellen zijn leeftijd en geslacht als covariaat meegenomen. Door op deze manier de modellen op te bouwen, kan er een goede vergelijking worden gemaakt tussen de verschillende variabelen en kan de meerwaarde van elke variabele apart vergeleken worden.

Voor elk model zijn de gegevens van de analyse gerapporteerd aan de hand van de *F*-waardes met bijbehorende vrijheidsgraden, de significantie en de verklaarde variantie per model. De modellen die significant bleken te zijn, zijn uitgewerkt zodat de bijdrage van elke individuele predictor bekeken kon worden.

Resultaten

Er zijn 308 studenten, verdeeld over 17 klassen, benaderd. In totaal heeft 38,6% ($N = 119$) meegedaan aan het onderzoek. Van deze groep was 10% man en de leeftijd varieerde van 16 tot 25 jaar ($M = 19,3$ $SD = 2,3$). In de onderzoeksgroep had 40% de Nederlandse culturele achtergrond. Zoals beschreven bij de methode zijn er drie subgroepen gemaakt, zie tabel 1 voor de beschrijvende statistiek van deze subgroepen. In tabel 1 staat eveneens per variabele het aantal, het gemiddelde en de standaarddeviatie beschreven van de gehele groep participanten.

Rekenen

Nadat de AEFI en de intelligentietesten zijn afgenomen, hebben de studenten twee rekentoetsen gemaakt, daar is een gemiddelde van berekend dat als uitkomstmaat is gebruikt voor de eerste multiple regressieanalyse. Geen van de modellen in deze analyse laat een significante waarde zien (zie tabel 2). Voor rekenen zijn er meerdere toetsresultaten: studenten hebben over het hele jaar vier rekentoetsen gemaakt. Omdat het aantal participanten dat de rekentoetsen drie en vier maakten erg laag was, is er gekozen om ook een gemiddelde te berekenen van alle rekentoetsen van het hele jaar. Dit leverde een groter aantal participanten op: $N = 77$. Zoals de uitkomsten van elk model in tabel 3 laten zien, zijn er significante waardes bij model 1, model 2, model 4, model 5, model 6 en model 7. De modellen die significante waardes laten zien, zijn in tabel 4 verder uitgewerkt.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken per variabele

| Variabele | N | M | SD | Rekenen1 | | Rekenen2 | | Schrijven | |
|---------------------------------------|-----|-------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|
| | | | | M | SD | M | SD | M | SD |
| Probleem oplossen | 100 | 2,69 | 1,24 | 2,77 | 1,19 | 2,70 | 1,24 | 2,96 | 1,17 |
| Verbaal redeneren | 97 | 16,53 | 7,83 | 17,88 | 8,74 | 16,51 | 8,11 | 16,98 | 9,28 |
| Aandacht | 119 | 5,83 | 1,45 | 5,92 | 1,48 | 5,91 | 1,47 | 6,04 | 1,45 |
| Zelfcontrole en Zelfmonitoring | 119 | 11,15 | 1,73 | 11,28 | 1,69 | 11,12 | 1,85 | 11,53 | 1,63 |
| Planning en initiatief | 119 | 9,72 | 1,36 | 9,96 | 1,36 | 9,86 | 1,36 | 10,27 | 1,25 |
| Gemiddelde nulmeting rekenen | 112 | 2,93 | 1,21 | 2,97 | 1,22 | 2,98 | 1,24 | | |
| Gemiddelde nulmeting NL | 80 | 3,91 | 1,05 | | | | | 4,09 | 1,05 |
| Gemiddelde rekenen toets 3 en toets 4 | 71 | 4,41 | 2,49 | 4,65 | 2,46 | | | | |
| Gemiddelde rekenen alle toetsen | 102 | 5,41 | 2,25 | | | 5,74 | 2,08 | | |
| Schrijftoets NL | 59 | 6,20 | 1,23 | | | | | 6,31 | 1,15 |

Noot. N = aantal participanten per variabele, M = gemiddelde, SD = standaarddeviatie, Rekenen1: uitkomstmaat gemiddelde 2 toetsen van rekenen N = 52, uitkomstmaten Nederlands en gemiddelde van alle rekentoetsen niet meegenomen omdat deze voor de subgroep niet relevant zijn, Rekenen2 uitkomstmaat gemiddelde alle rekentoetsen N = 77, uitkomstmaten Nederlands en gemiddelde van twee rekentoetsen niet meegenomen omdat deze voor de subgroep niet relevant zijn, schrijftoets NL N = 45 uitkomstmaten van rekenen niet meegenomen omdat deze voor de subgroep niet relevant zijn.

Tabel 2

Resultaten multiple regressieanalyse met uitkomstmaat het gemiddelde van toets drie en toets vier van rekenen

| | R^2 | F | df | P |
|---------|-------|-------|------|------|
| Model 0 | ,032 | 0,798 | 2,49 | ,456 |
| Model 1 | ,064 | 1,088 | 3,48 | ,363 |
| Model 2 | ,087 | 1,113 | 4,47 | ,362 |
| Model 3 | ,082 | 0,820 | 5,46 | ,541 |
| Model 4 | ,097 | 0,983 | 5,46 | ,438 |
| Model 5 | ,154 | 1,141 | 7,44 | ,356 |
| Model 6 | ,118 | 1,001 | 6,45 | ,437 |
| Model 7 | ,163 | 1,050 | 8,43 | ,415 |

Noot. N = 52. Afhankelijke variabele: gemiddelde rekenen toets drie en toets vier, R^2 = determinatiecoëfficiënt, F = uitkomst F- toets, df = vrijheidsgraden, P = significante waarde van de F- toets, Model 0: leeftijd en geslacht, Model 1: leeftijd, geslacht en eerdere leerprestatie, Model 2: leeftijd, geslacht en intelligentie gemeten met twee testen, Model 3: leeftijd, geslacht en executieve functies, Model 4: leeftijd, geslacht, intelligentie gemeten met twee testen en eerdere leerprestatie, Model 5: leeftijd, geslacht, intelligentie gemeten met twee testen en executieve functies, Model 6: leeftijd, geslacht, eerdere leerprestaties en executieve functies, Model 7: leeftijd, geslacht eerdere leerprestatie, intelligentie gemeten met twee testen en executieve functies.

Tabel 3

Resultaten multiple regressieanalyse met uitkomstmaat het gemiddelde van vier rekentoetsen

| | R^2 | F | df | P |
|---------|-------|-------|------|-------|
| Model 0 | ,046 | 1,803 | 2,74 | ,172 |
| Model 1 | ,227 | 7,129 | 3,73 | <,001 |
| Model 2 | ,168 | 3,646 | 4,72 | ,009 |
| Model 3 | ,096 | 1,514 | 5,71 | ,196 |
| Model 4 | ,266 | 5,134 | 5,71 | <,001 |
| Model 5 | ,231 | 2,965 | 7,69 | ,009 |
| Model 6 | ,266 | 4,221 | 6,70 | ,001 |
| Model 7 | ,312 | 3,862 | 8,68 | ,001 |

Noot. $N = 77$. Afhankelijke variabele: gemiddelde van alle rekentoetsen, R^2 = determinatiecoëfficiënt, F = uitkomst F -toets df = vrijheidsgraden, P = significante waarde van de F -toets, Model 0: leeftijd en geslacht, Model 1: leeftijd, geslacht en eerdere leerprestatie, Model 2: leeftijd, geslacht en intelligentie gemeten met twee testen, Model 3: leeftijd, geslacht en executieve functies, Model 4: leeftijd, geslacht, intelligentie gemeten met twee testen en eerdere leerprestatie, Model 5: leeftijd, geslacht, intelligentie gemeten met twee testen en executieve functies, Model 6: leeftijd, geslacht, eerdere leerprestatie en executieve functies, Model 7: leeftijd, geslacht eerdere leerprestatie, intelligentie gemeten met twee testen en executieve functies.

Tabel 4

Resultaten multiple regressieanalyse van significante modellen met uitkomstmaat het gemiddelde van vier rekentoetsen

| Variabelen | Model 1 | Model 2 | Model 4 | Model 5 | Model 6 | Model 7 |
|-------------------------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | β | β | β | β | β | β |
| Leeftijd | -,025 | -,156 | -,031 | -,129 | -,008 | -,014 |
| Geslacht | -,072 | -,043 | -,090 | -,064 | -,068 | -,088 |
| Gem. nulmeting re | ,474*** | | ,387** | | ,466*** | ,364** |
| Probleem oplossen | | ,353** | ,217 | ,369** | | ,243* |
| Verbaal redeneren | | -,049 | ,023 | -,085 | | ,000 |
| Aandacht | | | | ,284* | ,221 | ,235 |
| Zelfcontrole en zelfmon | | | | -,049 | -,036 | -,014 |
| Planning en initiatief | | | | -,036 | -,088 | -,083 |
| R^2 | ,227 | ,168 | ,266 | ,231 | ,266 | ,312 |
| F | 7,129*** | 3,646** | 5,143*** | 2,965** | 4,221** | 3,862** |

Noot. $N = 77$, * $p < ,05$, ** $p < ,01$, *** $p < ,001$, Afhankelijke variabele: alle rekentoetsen, zelfmon = Zelfmonitoring, Gem. nulmeting re = gemiddelde nulmeting rekenen.

Om per variabele de uniek verklaarde variantie te berekenen, is de R^2 van het eerdere model in mindering gebracht op de R^2 van het model waar één variabele aan is toegevoegd. Voor het berekenen van de gezamenlijke bijdrage van de variabelen is bij elk model het nulmodel in mindering gebracht. Tot slot is de overeenkomst tussen de variabelen berekend door de unieke bijdrage van model 1, model 2 of model 3 bij elkaar op te tellen en van dat totaal is de gezamenlijke bijdrage in mindering gebracht.

Model 1 heeft een R^2 van ,227 dit betekent dat 22,7% van de variantie wordt verklaard door eerdere leerprestatie, leeftijd en geslacht. Bij dit model is alleen de β waarde van eerdere leerprestatie significant. Dit betekent dat alleen eerdere leerprestatie een bijdrage levert aan de voorspelling van de nieuwe leerprestatie. Uit het nulmodel blijkt dat leeftijd en geslacht samen 4,6% bijdragen aan de verklaarde variantie (zie tabel 3), de unieke bijdrage van eerdere leerprestatie aan de variantie in dit model is dus 18,1% (R^2 model 1 - R^2 model 0).

Model 2 heeft een R^2 van ,168 dat betekent dat 16,8% van de variantie wordt verklaard door intelligentie, leeftijd en geslacht. Alleen de β waarde van probleem oplossen is significant en dus heeft intelligentie een unieke bijdrage aan de voorspelling van de nieuwe leerprestatie. Na vergelijking met het nulmodel, blijkt deze unieke bijdrage 12,2% (R^2 model 2 - R^2 model 0).

Model 4 verklaart 26,6% van de variantie. Alleen eerdere leerprestatie is een significante voorspeller. De uniek verklaarde variantie van alle rekenprestaties door de eerdere leerprestatie is 9,8% (R^2 model 4 - R^2 model 2). De gezamenlijke bijdrage van eerdere leerprestatie en intelligentie is 22% (R^2 model 4 - R^2 model 0). De overeenkomst tussen eerdere leerprestatie en intelligentie bedraagt 8,3% ((model 1 - model 0) + (model 2 - model 0) - gezamenlijke bijdrage).

Model 5 verklaart 23,1% van de variantie. De test probleem oplossen is een significante voorspeller evenals de aandachtschaal van executieve functies. De unieke verklaarde variantie door intelligentie is 13,5% (R^2 model 5 - R^2 model 3). De uniek verklaarde variantie door executief functioneren is 6,3% (R^2 model 5 - R^2 model 2). De gezamenlijke bijdrage van intelligentie en executieve functies bedraagt 18,5% (R^2 model 5 - R^2 model 0). De overeenkomst tussen intelligentie en executief functioneren is negatief: -1,3% ((model 3 - model 0) + (model 2 - model 0) - gezamenlijke bijdrage).

Model 6 heeft een verklaarde variantie van 26,6% waarbij alleen eerdere leerprestatie een significante voorspeller is. De uniek verklaarde variantie voor eerdere leerprestatie is 17% (R^2 model 6 - R^2 model 3). De gezamenlijke bijdrage is 22% (R^2 model 6 - R^2 model 0). De overeenkomst tussen eerdere leerprestatie en executief functioneren is 1,1% ((model 1 - model 0) + (model 3 - model 0) - gezamenlijke bijdrage).

Model 7 verklaart 31,2% van de variantie. In dit model heeft eerdere leerprestatie een unieke significante verklaarde variantie van 8,1% (R^2 model 7 - R^2 model 5). Intelligentie heeft een unieke significante verklaarde variantie van 4,6% (R^2 model 7 - R^2 model 6). De gezamenlijke bijdrage van alle drie de variabelen bedraagt 26,6% (R^2 model 7 - R^2 model 0). De overeenkomst tussen eerdere leerprestatie, intelligentie en executief functioneren bedraagt 8,7% ((model 1 - model 0) + (model 2 - model 0) + (model 3 - model 0) - gezamenlijke bijdrage).

Geconcludeerd kan worden dat eerdere leerprestatie en intelligentie apart een unieke significante bijdrage leveren aan de leerprestatie voor rekenen. Tevens hebben eerdere leerprestatie en intelligentie samen een unieke significante bijdrage aan de leerprestatie rekenen. Deze unieke significante bijdrage van eerdere leerprestatie en intelligentie is ook te zien in het model met eerdere leerprestatie, intelligentie en executief functioneren. Executief functioneren heeft op zichzelf geen significante bijdrage aan de leerprestatie rekenen.

Nederlands

Voor Nederlands hebben de deelnemers ($N = 45$) een schrijftoets gedaan waarvan het cijfer is gebruikt als uitkomstmaat voor de multiple regressieanalyse. Zoals te zien in tabel 5 zijn er geen significante waarden.

Tabel 5

Resultaten multiple regressieanalyse met uitkomstmaat het cijfer voor de schrijftoets NL

| | R^2 | F | df | P |
|---------|-------|-------|------|------|
| Model 0 | ,008 | 1,172 | 2,42 | ,320 |
| Model 1 | ,069 | 1,005 | 3,41 | ,400 |
| Model 2 | ,059 | 0,622 | 4,40 | ,649 |
| Model 3 | ,116 | 1,020 | 5,39 | ,419 |
| Model 4 | ,077 | 0,647 | 5,39 | ,665 |
| Model 5 | ,117 | 0,698 | 7,37 | ,673 |
| Model 6 | ,129 | 0,934 | 6,38 | ,482 |
| Model 7 | ,130 | 0,674 | 8,36 | ,711 |

Noot. $N = 45$. Afhankelijke variabele: cijfer schrijftoets Nederlands, R^2 = determinatiecoëfficiënt, F = uitkomst F -toets df = vrijheidsgraden, P = significante waarde van de F -toets, Model 0: leeftijd en geslacht, Model 1: leeftijd, geslacht en eerdere leerprestatie, Model 2: leeftijd, geslacht en intelligentie gemeten met twee testen, Model 3: leeftijd, geslacht en executieve functies, Model 4: leeftijd, geslacht, intelligentie gemeten met twee testen en eerdere leerprestatie, Model 5: leeftijd, geslacht, intelligentie gemeten met twee testen en executieve functies, Model 6: leeftijd, geslacht, eerdere leerprestatie en executieve functies, Model 7: leeftijd, geslacht eerdere leerprestatie, intelligentie gemeten met twee testen en executieve functies

Discussie

Conclusie

In dit onderzoek is de hypothese gesteld dat eerdere leerprestatie, intelligentie en executieve functies een positieve relatie hebben met nieuwe leerprestaties voor rekenen en Nederlands. Om deze hypothese te beantwoorden zijn acht regressieanalyses uitgevoerd met de drie verschillende uitkomstmaten rekenen1, rekenen2 en schrijven. Voor de uitkomstmaat schrijven zijn geen significante uitkomsten gevonden, evenals voor rekenen1. Voor de uitkomstmaat rekenen2 zijn wel significante uitkomsten gevonden. De variabelen eerdere leerprestatie, intelligentie en executieve functies samen, hebben een positieve relatie met de uitkomstmaat rekenen2. De hypothese is dus deels bevestigd.

Discussie

De volgende alinea's beschrijven uitgebreid de regressiemodellen met als uitkomstmaat rekenen2. In de eerste drie modellen is, naast de covariaten, één variabele meegenomen in de berekeningen. In model één verklaart eerdere leerprestatie 18% van de variantie. Volgens Robbins et al. (2004) verklaart eerdere leerprestatie 25% van de variantie. Uit de review van Richardson, Abraham, and Bond (2012) blijkt dat eerdere leerprestatie een correlatiecoëfficiënt heeft van ,40 die valt binnen de *medium effect size*. Volgens Field (2013) is er sprake van een *medium effect size* bij een verklaarde

variantie van R^2 ,13 en van een grote *effect size* bij R^2 ,26. De verklaarde variantie van eerdere leerprestatie in dit onderzoek zit net tussen *medium effect size* en grote *effect size* in. Het verschil in uitkomst tussen dit onderzoek en de bovenstaande onderzoeken is mogelijk te verklaren doordat het gewogen gemiddelde eindcijfer waar in de aangehaalde onderzoeken mee gemeten is een ander cijfer is dan het gemiddelde cijfer zoals berekend in dit onderzoek. Bij de tekortkomingen van dit onderzoek staat beschreven op welke wijze deze andere berekening tot dit verschil leidt.

In model twee heeft intelligentie een significante verklaarde variantie van 12% met de uitkomstmaat rekenen. In het al eveneens eerder aangehaalde onderzoek van Spinath (2012) bedraagt dit 25%. Tussen dit model en het onderzoek van Spinath (2012) zit een ruim verschil. Dit kan verklaard worden doordat intelligentie in dit onderzoek met twee verschillende testen is onderzocht. In dit onderzoek is de test ‘verbaal redeneren’ van Baddeley (1968) gebruikt, die aansluit bij een deel van intelligentie, namelijk de verbale kant waarbij veel beredeneerd moet worden. Zoals te zien in de uitkomsten, laat deze test geen significante relatie zien met de uitkomstmaat rekenen. Dat lijkt ook logisch omdat bij rekenen meer sprake is van probleem oplossen wat aansluit bij de theorie van ‘*General Fluid*’ intelligentie. De test nummer serie taak van Thurstone (1938), die in dit onderzoek is gebruikt om de probleem oplossende kant van intelligentie te meten, meet *fluid intelligence*. Deze test heeft in dit onderzoek een significante relatie met rekenen. Beide testen geven een proxy van intelligentie en geen compleet beeld, wat mogelijk het verschil tussen dit onderzoek en het onderzoek van Spinath (2012) verklaart.

In model drie laten executieve functies alleen geen significante waardes zien. Het feit dat executieve functies geen significante waarde laat zien, kan verklaard worden doordat het aantal participanten te laag is. Uit het onderzoek van Baars et al. (2015) blijkt dat voor executief functioneren de *effect size* R^2 ,09 is. Volgens Field (2013) is dit *medium effect size*, waar een *sample* grootte van 160 deelnemers bij hoort. Aangezien in dit onderzoek de *sample* grootte 77 bedraagt, kan dit verklaren waarom er geen significante waardes zijn bij het model waar alleen executief functioneren is meegenomen.

Model vier bevat, naast de covariaten, eerdere leerprestatie en intelligentie. Uit deze analyse blijkt dat eerdere leerprestatie een significant uniek verklaarde variantie heeft van bijna 10%. De uniek verklaarde variantie door intelligentie bedraagt bijna 4%, maar is niet significant. De overlap tussen eerdere leerprestatie en intelligentie bedraagt iets meer dan 8%. Intelligentie is van invloed op eerdere leerprestatie welke weer van invloed is op nieuwe leerprestatie (Soares et al., 2015). Uit onderzoek van McCoach, Yu, Gottfried, and Gottfried (2017) blijkt dat wanneer intelligentie gecontroleerd wordt door eerdere leerprestatie, intelligentie geen nieuwe leerprestatie voorspelt. In dit onderzoek kan eveneens geconcludeerd worden dat intelligentie geen nieuwe leerprestatie voorspelt wanneer deze gecontroleerd wordt door eerdere leerprestatie.

In model vijf zijn intelligentie en executieve functies samengevoegd. Intelligentie heeft in dit model een significant verklaarde variantie van 13,5%, executief functioneren heeft alleen op de aandachtschaal een significant verklaarde waarde van ruim 6%. De overlap tussen intelligentie en executieve functies is negatief. Dit is eigenlijk onmogelijk en het gebrek aan deelnemers is hier waarschijnlijk de oorzaak van. Het te lage aantal deelnemers leidt tot een onbetrouwbare schatting van dit model.

Model zes bestaat uit eerdere leerprestaties en executief functioneren. Eerdere leerprestatie heeft een significant uniek verklaarde variantie van 17%, executief functioneren heeft een verklaarde variantie van bijna 4% welke niet significant is. De overlap tussen eerdere leerprestatie en executief functioneren bedraagt iets meer dan 1%. Eerdere leerprestaties heeft in dit model een significante relatie met nieuwe leerprestaties, dit komt overeen met andere onderzoeken (Casillas et al., 2012; Robbins et al., 2004; Schneider & Preckel, 2017; Soares et al., 2015). Executieve functies hebben wederom geen significante samenhang met rekenen. Volgens de onderzoeken van Bull and Scerif (2001), van Best et al. (2011) en van St Clair-Thompson (2006) zou deze samenhang met rekenen er wel moeten zijn. Ook hier is het lage aantal deelnemers mogelijk de reden voor de niet-significante uitkomsten.

Als laatste zijn in model zeven alle drie de variabelen samengevoegd. Eerdere leerprestatie heeft een significant uniek verklaarde variantie van 8%, intelligentie heeft een significant verklaarde variantie van ruim 4,5%. De verklaarde variantie van executief functioneren bedraagt eveneens ruim 4,5% maar is niet significant. De overlap tussen eerdere leerprestatie, intelligentie en executief functioneren bedraagt bijna 9%. In dit model zijn intelligentie en eerdere leerprestatie wel significant, maar heeft eerdere leerprestatie een hogere unieke variantie. Dit lijkt deels aan te sluiten bij de conclusies van Soares et al. (2015) en McCoach et al. (2017) dat intelligentie geen nieuwe leerprestatie voorspelt als het gecontroleerd wordt door eerdere leerprestatie. In dit model voorspelt intelligentie wel een nieuwe leerprestatie maar de bijdrage is zeer laag, zeker in vergelijking met eerdere leerprestatie. Executieve functies heeft wederom geen significante bijdrage door het lage aantal participanten.

Voor Nederlands zijn er geen significante resultaten gevonden. Ook voor dit deel van het onderzoek is waarschijnlijk het aantal participanten te laag geweest. Zoals eerder beschreven diende volgens Field (2013) de *sample size* minimaal 160 te zijn om voor de predictor executieve functies resultaat te kunnen zien. Voor intelligentie en eerdere leerprestaties diende de *sample size* 77 te zijn voor significante resultaten. Aangezien voor Nederlands het aantal op 45 lag, is dit de meest logische reden voor het feit dat er geen significante relaties zijn.

De hypothese van dit onderzoek kan deels bevestigd worden. De variabelen eerdere leerprestatie, intelligentie en executieve functies hebben een positieve relatie met de uitkomstmaat rekenen. Voor de

uitkomstmaat Nederlands blijft de hypothese onbeantwoord. Het aantal deelnemers voor deze uitkomstmaat was te laag waardoor de hypothese niet beantwoord kan worden.

Tekortkomingen

Het grootste probleem was het aantal participanten. Om tot een goede generaliseerbaarheid van het onderzoek te kunnen komen was een *sample size* van 160 het minimum (Field, 2013). Dit bleek in de praktijk niet mogelijk. Veelal omdat de studenten niet in de klas aanwezig waren toen de onderzoeker langs kwam of omdat klassen helemaal niet aanwezig waren omdat zij aan het einde van het schooljaar op stage waren. Er is extra moeite gedaan om meer klassen te benaderen door ook buiten de lessen van Nederlands en rekenen om bij klassen langs te gaan en door klassen op andere locaties te benaderen. Toen bij de analyse van de verzamelde data bleek dat het aantal participanten nog steeds aan de lage kant was, is er gekozen om voor rekenen twee uitkomstmaten te genereren.

Nadat bleek dat het aantal participanten niet gehaald ging worden, is er gekozen om het gemiddelde van alle gestandaardiseerde toetsen voor rekenen die verspreid over het schooljaar worden afgenomen, als uitkomstmaat te gebruiken. Het voordeel van deze keuze is dat het gemiddelde cijfer van vier rekentoetsen een goed beeld geeft van de rekenprestatie van de participanten, het wordt dan meer dan een momentopname op één onderdeel. Daarnaast is het gemiddelde cijfer voor een leerprestatie nog steeds de meest gebruikte prestatie maat (Asarta & Schmidt, 2017; Robbins et al., 2004) en is het een van de beste voorspellers voor leerprestaties (Schneider & Preckel, 2017; Westrick, Le, Robbins, Radunzel, & Schmidt, 2015). Bijkomend voordeel voor de onderzoeker was dat het aantal participanten nu op 77 uitkwam, waardoor er mogelijk voor intelligentie en voor eerdere leerprestaties een significante waarde uit de berekeningen zou kunnen komen. Het nadeel van dit gemiddelde cijfer is dat het niet overeenkomt met het gewogen gemiddelde eindcijfer zoals gebruikt in de vele hier aangehaalde onderzoeken. In de aangehaalde onderzoeken wordt gesproken over een ‘*high school GPA*’ of een cumulatief gewogen gemiddeld cijfer, die bevatten meer domeinen dan alleen rekenen. De verschillen tussen de uitkomsten van de analyses in dit onderzoek en de andere onderzoeken kan hier mogelijk door verklaard worden.

Een ander probleem was dat de volgorde van het onderzoek nu niet meer klopte. Dit onderzoek is een observationeel onderzoek waarbij in een bepaalde volgorde gegevens worden verzameld. Om relatie te kunnen onderzoeken tussen variabelen, is het belangrijk om deze variabelen in de juiste volgorde te meten en de gegevens te verzamelen. De juiste volgorde zou zijn eerdere leerprestatie een langere tijd vooraf aan de nieuwe leerprestatie meten, intelligentie en executieve functies kort vooraf aan de nieuwe leerprestatie meten en als laatste de nieuwe leerprestatie meten. Nu is er gebruik gemaakt van twee toetsen die afgenomen zijn vóór het meetmoment van intelligentie en executieve functies. Dit zou gezien kunnen worden als eerdere leerprestatie in plaats van nieuwe leerprestatie.

Daar is geen sprake van omdat de daadwerkelijk nulmeting bijna acht maanden vooraf aan het onderzoek is afgenomen. De twee rekentoetsen zijn vijf en twee maanden vooraf aan het onderzoek afgenomen, waardoor de nulmeting ook echt een nulmeting is geweest: het was de eerste toets en heeft op alle rekengebieden de leerprestatie van de participant gemeten. Een ander nadeel van het feit dat de volgorde van het onderzoek nu niet meer klopte, zou kunnen zijn dat er niet echt sprake is van een relatie tussen intelligentie en executief functioneren en nieuwe leerprestatie als deze pas ná de nieuwe leerprestatie worden gemeten. De kans dat intelligentie en executief functioneren in een paar maanden verbeteren of verslechteren lijkt echter klein te zijn: intelligentie verandert niet drastisch na een paar maanden onderwijs (Hartshorne & Germine, 2015) en IQ heeft een lange tijd nodig om enkele punten te kunnen stijgen (Nisbett et al., 2012). Executief functioneren heeft een langdurig ontwikkelingsverloop tot ver in de adolescentie (Huizinga, 2007; Jolles, 2016). Idealiter zou het meten van de uitkomstmaat na het meten van intelligentie en executief functioneren moeten plaatsvinden om zo goed resultaat te meten. In dit onderzoek bleek dit niet mogelijk, desondanks kan er op basis van bovenstaande geconcludeerd worden dat de volgorde van dit onderzoek waarschijnlijk geen grote implicaties heeft gehad op de uitkomsten.

Aanbevelingen

De resultaten van dit onderzoek laten zien dat de combinatie van eerdere leerprestaties, intelligentie en executieve functies een belangrijke voorspeller is voor nieuwe leerprestaties voor rekenen op het mbo bij oudere adolescenten. Deze resultaten zijn voor mbo scholen van belang om beter mogelijke uitval te kunnen voorspellen. Mbo scholen kunnen er voor kiezen om behalve een nulmeting voor rekenen, een vragenlijst voor executief functioneren af te nemen. Zo krijgen de mbo scholen een beter beeld van de student en de eventuele begeleiding die de student nodig heeft. Dit onderzoek levert een bijdrage aan de wetenschap doordat het een aanvulling is op bestaande onderzoeken. Bestaande onderzoeken zijn gericht op eerdere leerprestatie en/ of intelligentie enerzijds en nieuwe leerprestatie anderzijds (Casillas et al., 2012; Robbins et al., 2004; Soares et al., 2015; Spinath, 2012), of op executieve functies enerzijds en nieuwe leerprestaties anderzijds (Knouse et al., 2014; St Clair-Thompson, 2006), maar nog niet eerder met al deze drie variabelen samen. Ook vond eerder onderzoek bij een jongere doelgroep (Best et al., 2011) plaats, op middelbaaronderwijs (Boschloo et al., 2014) of hoger onderwijs (Baars et al., 2015). Het feit dat dit onderzoek heeft plaats gevonden op het mbo bij oudere adolescenten is een meerwaarde op al bestaand onderzoek.

De aanbevelingen bij replicatie van dit onderzoek is het aanpassen van de soort intelligentietest. Nu zijn er twee korte testen gebruikt waarbij de test van Thurstone (1938) vooral gericht was op *fluid intelligence* en de test van Baddeley (1968) de verbale kant van intelligentie meet. *Christallised intelligence* en *fluid intelligence* verschillen van elkaar op gedrags- en biologisch niveau (Nisbett et

al., 2012). Een test waarbij het complete beeld van intelligentie wordt gemeten geeft een beter beeld van de intelligentie van de deelnemer en mogelijk een sterkere samenhang met andere variabelen. Een tweede aanbeveling is te zorgen voor de juiste volgorde van observationeel onderzoek en voldoende deelnemers om zo wel significante resultaten te behalen.

Referenties

- Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385-406. http://dx.doi.org/10.1207/S15326942DN2001_5
- Asarta, C. J., & Schmidt, J. R. (2017). Comparing student performance in blended and traditional courses: Does prior academic achievement matter? *The Internet and Higher Education*, 32, 29-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.08.002>
- Baars, M. A., Bijvank, M. N., Tonnaer, G. H., & Jolles, J. (2015). Self-report measures of executive functioning are a determinant of academic performance in first-year students at a university of applied sciences. *Frontiers in psychology*, 6. <http://dx.doi.org/10.1037/t46635-000>
- Baddeley, A. D. (1968). A 3 min reasoning test based on grammatical transformation. *Psychonomic Science*, 10(10), 341-342. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03331551>
- Barkley, R. A., & Murphy, K. (2011). The nature of executive function (EF) deficits in daily life activities in adults with ADHD and their relationship to performance on EF tests. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 33(2), 137-158. <http://dx.doi.org/10.1007/s10862-011-9217-x>.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327-336. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Boschloo, A., Krabbendam, L., Aben, A., De Groot, R., & Jolles, J. (2014). Sorting Test, Tower Test, and BRIEF-SR do not predict school performance of healthy adolescents in preuniversity education. *Frontiers in psychology*, 5. <http://dx.doi.org/10.1037/t15082-000>
- Boyle, G. J., Stankov, L., Martin, N. G., Petrides, K. V., Eysenck, M. W., & Ortet, G. (2016). Hans J. Eysenck and Raymond B. Cattell on intelligence and personality. *Personality and Individual Differences*, 103, 40-47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2016.04.029>
- Brydges, C. R., Reid, C. L., Fox, A. M., & Anderson, M. (2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*, 40(5), 458-469. <http://doi.org/10.1016/j.intell.2012.05.006>

- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*(3), 273-293. http://dx.doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3
- Carifio, J., & Perla, R. (2008). Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. *Medical Education*, *42*(12), 1150-1152. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03172.x>
- Casillas, A., Robbins, S., Allen, J., Kuo, Y.-L., Hanson, M. A., & Schmeiser, C. (2012). Predicting early academic failure in high school from prior academic achievement, psychosocial characteristics, and behavior. *Journal of Educational Psychology*, *104*(2), 407. <http://dx.doi.org.ezproxy.elib10.ub.unimaas.nl/10.1037/a0027180>
- CBS. (2017). Bevolking; hoogstbehaald onderwijsniveau en onderwijsrichting. Retrieved from <http://statline.cbs.nl/>
- Chamorro-Premuzic, T., & Furnham, A. (2008). Personality, intelligence and approaches to learning as predictors of academic performance. *Personality and Individual Differences*, *44*(7), 1596-1603. <http://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.003>
- Climie, E. A., & Rostad, K. (2011). Test review: Wechsler Adult Intelligence Scale. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *29*(6), 581-586. <http://dx.doi.org/10.1177/0734282911408707>
- Deviant, U. (2017a). Examencoach. Retrieved from <https://www.uitgeverij-deviant.nl/methodes/examencoach/>
- Deviant, U. (2017b). Rekenniveau test. Retrieved from <https://www.uitgeverij-deviant.nl/methodes/rekenniveautest-rnt/>
- Deviant, U. (2017c). Taalniveau test Retrieved from <https://www.uitgeverij-deviant.nl/methodes/taalniveautest-nederlands-tnt/>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, *64*, 135-168. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- DUO. (2016). Retrieved from <https://www.onderwijsincijfers.nl/>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (M. Carmichael Ed. 2 ed.). London: Sage Publications.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science* (0956-7976), *17*(2), 172-179. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x>
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Test review Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology*, *6*(3), 235-238. <http://dx.doi.org.ezproxy.elib10.ub.unimaas.nl/10.1177/0734282906288390>

- Hartshorne, J. K., & Germine, L. T. (2015). When Does Cognitive Functioning Peak? The Asynchronous Rise and Fall of Different Cognitive Abilities Across the Life Span. *Psychological Science*, 26(4), 433-443.
- Huizinga, M. (2007). De ontwikkeling van executieve functies tussen kindertijd en jongvolwassenheid. *Neuropraxis*, 11(3), 69-76.
- Jamieson, S. (2004). Likert scales: how to (ab)use them. *Medical Education*, 38(12), 1217-1218. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.02012.x>
- Jolles, J. (2016). *Het tienerbrein: over de adolescent tussen biologie en omgeving*: Amsterdam University Press.
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213-233. <http://dx.doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Knouse, L. E., Feldman, G., & Blevins, E. J. (2014). Executive functioning difficulties as predictors of academic performance: Examining the role of grade goals. *Learning and Individual Differences*, 36(1), 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.07.001>
- Lee, K., Pe, M. L., Ang, S. Y., & Stankov, L. (2009). Do measures of working memory predict academic proficiency better than measures of intelligence? *Psychology Science*, 51(4), 403-419. http://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/PsychologyScience/4-2009/psq_4_2009_403-419.pdf
- Mahone, E. M., Hagelthorn, K. M., Cutting, L. E., Schuerholz, L. J., Pelletier, S. F., Rawlins, C., . . . Denckla, M. B. (2002). Effects of IQ on Executive Function Measures in Children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 8(1), 52-65.
- MBO Raad. (2016a). Feiten en cijfers studenten. Retrieved from <https://www.mбораad.nl/het-mbo/feiten-en-cijfers/studenten>
- MBO Raad. (2016b, 26-04-2016). Taal en rekenen. Retrieved from <https://www.mбораad.nl/themas/taal-en-rekenen>
- McCoach, D. B., Yu, H., Gottfried, A. W., & Gottfried, A. E. (2017). Developing talents: A longitudinal examination of intellectual ability and academic achievement. *High Ability Studies*, 28(1), 7-28. <https://doi.org/10.1080/13598139.2017.1298996>
- Miyake, A., & Friedman, N. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14. <http://dx.doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal

- Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
<http://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F., & Turkheimer, E. (2012). Intelligence: New findings and theoretical developments. *American Psychologist*, 67(2), 130-159. <http://dx.doi.org/10.1037/a0026699>
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., . . . Engle, R. W. (2013). No Evidence of Intelligence Improvement after Working Memory Training: A Randomized, Placebo-Controlled Study. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(2), 359-379.
- Richardson, M., Abraham, C., & Bond, R. (2012). Psychological Correlates of University Students' Academic Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 138(2), 353-387.
- 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. *Psychol Bull*, 130(2), 261-288. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.130.2.261>
- Roebers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dr.2017.04.001>
- Roth, R., Isquith, P., & Gioia, G. (2005). Brief rating inventory of executive function-adult version (BRIEF-A). In: Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(4), 566. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.132.4.566>
- Samuels, W. E., Tournaki, N., Blackman, S., & Zilinski, C. (2016). Executive functioning predicts academic achievement in middle school: A four-year longitudinal study. *The Journal of Educational Research*, 109(5), 478-490. <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2014.979913>
- Schneider, M., & Preckel, F. (2017). Variables associated with achievement in higher education: A systematic review of meta-analyses. *Psychological Bulletin*, 143(6), 565-600.
<http://dx.doi.org/10.1037/bul0000098>
- Soares, D. L., Lemos, G. C., Primi, R., & Almeida, L. S. (2015). The relationship between intelligence and academic achievement throughout middle school: The role of students' prior academic performance. *Learning and Individual Differences*, 41, 73-78.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.005>
- Spinath, B. (2012). Academic achievement. In I. V. S. Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (pp. 1 - 8). San Diego CA: Academic Press.

- St Clair-Thompson, H. L. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745-759. <http://dx.doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Sternberg, R. J. (1985). Implicit theories of intelligence, creativity, and wisdom. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49(3), 607-627. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.49.3.607>
- Sternberg, R. J. (1997). The concept of intelligence and its role in lifelong learning and success. *American Psychologist*, 52(10), 1030-1037. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.52.10.1030>
- Taal en Rekenen. (2017). Doorlopende leerlijnen taal en rekenen. Retrieved from <http://www.taalenrekenen.nl/referentiekader/betekenis/FAQ/mbo/>
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Van der Elst, W., Ouweland, C., van der Werf, G., Kuyper, H., Lee, N., & Jolles, J. (2012). The Amsterdam Executive Function Inventory (AEFI): psychometric properties and demographically corrected normative data for adolescents aged between 15 and 18 years. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 34(2), 160-171. <http://dx.doi.org/10.1080/13803395.2011.625353>
- Veroude, K., Jolles, J., Croiset, G., & Krabbendam, L. (2013). Changes in neural mechanisms of cognitive control during the transition from late adolescence to young adulthood. *Developmental Cognitive Neuroscience*(5), 63-70. <http://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.12.002>
- Westrick, P. A., Le, H., Robbins, S. B., Radunzel, J. M. R., & Schmidt, F. L. (2015). College Performance and Retention: A Meta-Analysis of the Predictive Validities of ACT® Scores, High School Grades, and SES. *Educational Assessment*, 20(1), 23-45.
- Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., van Ijzendoorn, M. H., & Pieper, S. (2013). Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, 23, 1-9. <http://dx.doi.org.ezproxy.elib10.ub.unimaas.nl/10.1016/j.lindif.2012.10.004>