



**Universiteit Utrecht**

**De Ecologische Validiteit van Werkgeheugentaken:  
Klassikale Testafname als Beste Voorspeller voor Schoolprestaties**

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masterprogramma Clinical Child, Family and Education Studies

(Orthopedagogiek)

Naam: R. A. Papenborg  
Studentnummer: 5679699  
Cursus: Masterthesis  
Cursuscode: 201600201  
Thesisbegeleider: Dr. I. Friso-van den Bos MSc.  
Tweede beoordelaar: Dr. Eva van de Weijer-Bergsma  
Inleverdatum: 26 juni 2017

### Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis ‘De Ecologische Validiteit van Werkgeheugentaken: Klassikale Testafname als Beste Voorspeller voor Schoolprestaties’. Van oktober 2016 tot en met juni 2017 ben ik bezig geweest met het uitvoeren van het onderzoek en het schrijven van deze masterthesis. De masterthesis is geschreven ter afronding van het masterprogramma *Clinical Child, Family and Education Studies* (Orthopedagogiek) aan de Universiteit Utrecht en maakt deel uit van een onderzoeksproject waar in totaal zes medestudenten aan deelnamen.

In samenwerking met mijn masterthesisbegeleidster, Ilona Friso-van den Bos, heb ik onderzoeksvragen voor deze masterthesis bedacht en een onderzoeksplan opgesteld. Tijdens het zwangerschapsverlof van Ilona Friso-van den Bos heeft Eva van de Weijer-Bergsma haar taken overgenomen. Het opstellen van het testprotocol kostte veel tijd, maar heeft er wel voor gezorgd dat alle studenten de testen op dezelfde manier uitvoerden. Door onverwachte problemen met de vaardigheidsscores van de Cito-toetsen is de planning iets aangepast. Tijdens het onderzoek kon ik met vragen altijd terecht bij Ilona Friso-van den Bos en Eva van de Weijer-Bergsma.

Ik wil mijn masterthesisbegeleiders bedanken voor de fijne begeleiding en hun feedback. Daarnaast wil ik de basisschool, waar ik mijn onderzoek heb uitgevoerd, maar ook de betrokken leerkrachten, kinderen en hun ouders bedanken voor het meewerken aan het onderzoek voor deze masterthesis. Zonder hun medewerking had ik dit onderzoek niet kunnen uitvoeren.

Tot slot wil ik mijn medestudenten Klarien Lakerveld, Sanne van Leuken, Cora van Raamsdonk, Liselotte Koen en Meike Jonker bedanken voor de feedback en fijne samenwerking. Bij vragen of twijfels kon ik altijd bij hen terecht.

Veel leesplezier toegewenst.

Roza Papenburg

Rekken, juni 2017

### Samenvatting

Schoolprestaties en het werkgeheugen kunnen negatief beïnvloed worden door visuele en auditieve afleiders. Daarnaast wordt het werkgeheugen gezien als een belangrijke voorspeller voor schoolprestaties, maar er is nog niet onderzocht wat de rol van de context hierin is. Onderzoek naar de ecologische validiteit van werkgeheugentaken is van belang voor de diagnostiek van leerstoornissen, aangezien het werkgeheugen vaak wordt meegenomen in het diagnostisch onderzoek. Daarom wordt in deze studie onderzocht of er een verschil is in prestaties tussen het werkgeheugen gemeten in de individuele versus de klassikale setting en in welke context de prestaties op werkgeheugentaken de beste voorspeller zijn voor schoolprestaties. Leerlingen ( $n = 108$ ) uit groep 5 tot en met groep 7 van vijf basisscholen in Nederland hebben deelgenomen aan dit onderzoek. Werkgeheugen werd gemeten door middel van het Apen- (verbaal werkgeheugen) en Leeuwenspel (visueel-ruimtelijk werkgeheugen). Schoolprestaties werden gemeten middels de Cito-toetsen Rekenen-Wiskunde, Begrijpend lezen, Spelling en Drie-Minuten-Toets. Uit de gepaarde t-toets bleek dat leerlingen in de individuele setting significant hogere werkgeheugenprestaties hadden. Regressieanalyses, in het kader van de dominantieanalyses, toonden aan dat werkgeheugen gemeten in de individuele en klassikale setting significante voorspellers waren voor zowel taal als rekenen. De dominantieanalyses lieten zien dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting bij zowel taal als rekenen geheel dominant is ten opzichte van het werkgeheugen gemeten in de individuele setting. Dit betekent dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting de beste voorspeller is voor schoolprestaties, wat nieuwe inzichten geeft voor de diagnostiek van leerstoornissen.

*Kernwoorden:* werkgeheugen, ecologische validiteit, schoolprestaties, context

### Abstract

Academic achievement and working memory can be negatively affected by visual and auditory distractors. In addition, working memory is seen as an important predictor for academic achievement, but no research to date has targeted the role of context in this relation. Research into the ecological validity of working memory tasks is important for the diagnosis of learning disabilities, as it is often included in the diagnostic research. Therefore, this study investigates whether there is a difference in performance between the working memory measured in the individual versus the classroom setting and in which context achievements on working memory tasks are the best predictor for academic achievement. Students ( $n = 108$ ) from grade 3 through grade 5 of five primary schools in the Netherlands participated in this study. Working memory was measured using the Monkey game (verbal working memory) and Lion game (visual-spatial working memory). Academic achievement was measured using the Cito Mathematics, Reading comprehension, Spelling and Three-Minutes-Test. The paired-samples  $t$ -test showed that students had significantly higher working memory achievements in the individual setting. Regression analysis, within the framework of the dominance analyses, demonstrated that working memory, measured in the individual and classroom setting, were significant predictors for both linguistics and math. The dominance analyses showed that working memory, measured in the classroom setting, was completely dominant in both linguistic and math relative to the working memory measured in the individual setting. This means that working memory, measured in the classroom setting, is the best predictor for academic achievement, which gives new insights for the diagnosis of learning disabilities.

Keywords: working memory, ecological validity, academic achievements, context

De Invloed van Context op het Werkgeheugen en de Beste Voorspeller voor Schoolprestaties

Het werkgeheugen is een belangrijke voorspeller voor het ontstaan van leerproblemen bij kinderen (Alloway, 2006; 2009; De Weerd, Desoete, & Roeyers, 2013). Daarom wordt het werkgeheugen meegenomen in de diagnostiek van de leerstoornissen dyslexie en dyscalculie (Nationaal Referentiecentrum Dyslexie, 2013; Van Luit, Bloemert, Ganzinga, & Mönch, 2014), die meestal plaatsvindt in een één-op-één situatie in een stille, prikkelarme ruimte (Gathercole et al., 2008; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2015). Hier hoeft de leerling veel minder relevante prikkels te negeren dan in de klas (Wiley & Jarosz, 2012), waardoor deze situatie sterkt verschilt van de situatie in de klas, waar het leren plaatsvindt. De afname van werkgeheugentaken in de klas zorgt wellicht voor een betere ecologische validiteit, doordat de taken in dezelfde omgeving worden afgenomen als waarin het leren plaatsvindt (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015). Het is van belang om onderzoek te doen naar de ecologische validiteit van werkgeheugentaken, omdat een diagnostisch onderzoek in een stille, prikkelarme ruimte andere conclusies kan opleveren dan diagnostisch onderzoek in een klassikale setting. Daarom is het doel van deze studie om te onderzoeken of er een verschil is in prestaties tussen het werkgeheugen gemeten in de individuele versus de klassikale setting en in welke context de werkgeheugenprestaties de beste voorspeller zijn voor schoolprestaties van leerlingen.

Het werkgeheugen is een systeem om gelijktijdig informatie tijdelijk op te slaan en te manipuleren en bestaat volgens het model van Baddeley (2000) uit verschillende componenten. Het visueel-ruimtelijk schetsblok is betrokken bij de tijdelijke opslag van visuele en ruimtelijke informatie en de fonologische lus is betrokken bij de tijdelijke opslag van fonologische en auditieve informatie. Tot slot vormt de episodische buffer het derde systeem binnen het kortetermijngeheugen. Dit systeem vormt een episode, oftewel een verhaallijn in de tijd, van de informatie vanuit het visueel-ruimtelijk schetsblok en de fonologische lus. Aangenomen wordt dat de episodische buffer een belangrijke rol speelt bij het verstrekken van informatie aan en ophalen van informatie uit het episodische langetermijngeheugen. Het centrale controlesysteem, oftewel het werkgeheugen, integreert en coördineert de informatie uit de fonologische lus, het visueel-ruimtelijk schetsblok en het langetermijngeheugen (Baddeley, 2000).

Het werkgeheugen speelt een belangrijke rol bij het leren in de kindertijd (Gathercole, Lamont, & Alloway, 2006). Kinderen met een lage score op gestandaardiseerde lees- en rekentoetsen scoren meestal slecht op complexe geheugentaken, die afhankelijk zijn van het werkgeheugen. Daarnaast wordt het werkgeheugen gezien als een belangrijke voorspeller van

schoolprestaties, zoals lezen (De Weerd et al., 2013; Swanson, Xinhua, & Jerman, 2009) en rekenen (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Friso-van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). Het werkgeheugen is bijvoorbeeld nodig voor het koppelen van de klanken aan de letters bij technisch lezen, het geven van betekenis aan woorden of zinnen bij begrijpend lezen en het automatiseren van de basisbewerkingen (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen) bij rekenen (Poullisse & Goossens, 2010). Daarnaast blijkt uit onderzoek van Bull et al. (2008), De Weerd et al. (2013) en Swanson et al. (2009) dat kinderen met lees- en rekenproblemen, maar een gemiddelde intelligentie, tekorten laten zien in het werkgeheugen (Bull et al., 2008; De Weerd et al., 2013; Swanson et al., 2009). Het werkgeheugen functioneren dus ook als voorspeller voor leerproblemen.

Het werkgeheugen blijkt echter te worden beïnvloed door omgevingsgeluid (Sætrevik & Sörqvist, 2015; Söderlund, Sikström, Loftesnes, & Sonunga-Barke, 2010; Sörqvist, 2010; Sörqvist, Halin, & Hygge, 2010) en relevante visuele afleiders (Dolcos, Miller, Kragel, Jha, & McCarthy, 2007; Yoon, Curtis, & D'Esposito, 2006). Söderlund et al. (2010) en Sullivan, Osman en Schafer (2015) geven aan dat de werkgeheugenprestaties verminderen door achtergrondgeluid in vergelijking met stilte. Toch zijn er ook verschillende studies waarbij geen effect van geluid op het werkgeheugen wordt gevonden (Stansfeld et al., 2005; Van Kempen et al., 2005). Deze verschillen kunnen verklaard worden door de verschillende typen geluidshinder (vliegtuig- en verkeershinder versus achtergrondgeluid versus geluiden uit de klas). Uit de onderzoeken van Dolcos et al. (2007) en Yoon et al. (2006) blijkt dat de werkgeheugenprestaties significant slechter waren wanneer relevante afleiders werden getoond in vergelijking met de niet-relevante afleiders. In beide onderzoeken moesten de participanten gezichten onthouden en herkennen, waarbij tussendoor relevante (andere gezichten) en niet-relevante (vervormde gezichten of landschappen) afleiders werden getoond. Het werkgeheugen wordt dus negatief beïnvloed door relevante visuele afleiders.

Naast het werkgeheugen worden ook de schoolprestaties beïnvloed door omgevingsgeluid (Hygge, 2003; Hygge, Boman, & Enmarker, 2003; Ljung, Sörqvist, & Hygge, 2009; Sörqvist, 2010). Geluidshinder van bijvoorbeeld irrelevante spraak en vlieg- en wegverkeer heeft een negatieve invloed op schoolgerelateerde taken, zoals schrijven (Sörqvist, Nörtl, & Halin, 2012), begrijpend lezen (Sörqvist et al., 2010; Van Kempen, Van Kamp, Stellato, Houthuijs, & Fischer, 2005), leessnelheid en rekenvaardigheid (Ljung et al., 2009) en het langetermijngeheugen (Van Kempen et al., 2005). In tegenstelling tot de bovengenoemde onderzoeken vinden Ljung en collega's (2009) geen relatie tussen begrijpend

lezen en geluidshinder. Dit verschil kan ook verklaard worden door de verschillende typen geluidshinder (achtergrondgeluid en vliegtuiglawaai versus irrelevante spraak en verkeerslawaai). Het is echter de vraag of er een directe invloed is van context op schoolprestaties, aangezien de context invloed heeft op het werkgeheugen wat een voorspeller is voor schoolprestaties. De invloed van de context op schoolprestaties zou dus verklaard kunnen worden door de invloed van context op het werkgeheugen.

Bij de invloed van de context (auditieve en visuele afleiders) op het werkgeheugen als voorspeller voor schoolprestaties spelen de aandachtsfuncties eveneens een belangrijke rol. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat er een verband bestaat tussen het werkgeheugen en aandacht (Gathercole et al., 2008; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001). De controle en regulatie van aandacht doet een beroep op het werkgeheugen (Poullisse & Goossens, 2010). De mate van aandachtscontrole vormt een verklaring voor de individuele verschillen in werkgeheugencapaciteiten (Shipstead, Lindsey, Marshall, & Engle, 2014; Unsworth & Engle, 2007). Wanneer er sprake is van afleiding kunnen mensen met verminderde werkgeheugencapaciteiten minder taakgericht werken (Engle & Kane, 2004). Gathercole et al. (2008) vindt ook dat kinderen met een zwak werkgeheugen en lage lees- en rekenniveaus vaak cognitieve problemen hebben, zoals een korte aandachtsspanne en hoge niveaus van afleidbaarheid. Gezien het verband tussen het werkgeheugen en aandacht, heeft het afnemen van werkgeheugentaken in een individuele setting als voordeel dat het werkgeheugen zo zuiver mogelijk wordt gemeten, zonder de invloed van de aandachtsfuncties (Gathercole et al., 2008). Bij de afname van werkgeheugentaken in een klassikale setting kunnen de aandachtsfuncties dus wel invloed hebben op de werkgeheugenprestaties, aangezien leerlingen in de klas meer relevante prikkels moeten negeren dan in een individuele setting (Wiley & Jarosz, 2012).

### **Het Huidige Onderzoek**

Uit de literatuur blijkt dat zowel schoolprestaties als het werkgeheugen negatief kunnen worden beïnvloed door de context. Kinderen met een lage werkgeheugencapaciteit zijn slechter in het verwerken van afleidende informatie. Het werkgeheugen wordt gezien als een voorspeller voor schoolprestaties. Er is echter nog geen onderzoek gedaan naar de vraag in welke context, individuele of klassikale setting, de werkgeheugentaken beter afgenomen kunnen worden om op basis daarvan schoolprestaties te voorspellen. Daarom wordt in de huidige studie onderzocht 1) of er een verschil is in prestaties tussen het werkgeheugen gemeten in de individuele versus de klassikale setting, en 2) in welke context de prestatie op werkgeheugentaken de beste voorspeller zijn voor schoolprestaties van leerlingen in groep 5

tot en met 7. Verwacht wordt dat leerlingen beter presteren wanneer de werkgeheugentaken worden afgenomen in de individuele setting dan in de klassikale setting (Sætrevik & Sörqvist, 2015; Söderlund, Sikström, Loftesnes, & Sonunga-Barke, 2010; Sörqvist, 2010). Daarnaast wordt verwacht dat de afname van werkgeheugentaken in een klassikale setting, in vergelijking met een individuele setting, een betere voorspeller is voor schoolprestaties, omdat de test in de omgeving wordt afgenomen waar ook het leren plaatsvindt (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015).

### **Methode**

Het huidige onderzoek was een kwantitatief, hypothese toetsend onderzoek met een *within-subjects design*. Dit is een experimenteel onderzoeksdesign waarbij de afhankelijke variabele bij elk individu twee of meer keer werd gemeten in verschillende condities (Gravetter & Wallnau, 2012). In dit geval werden het Apen- en Leeuwenspel in zowel de individuele als klassikale setting afgenomen. Er is voor een *within-subjects design* gekozen, omdat er dan geen kans bestaat dat de participanten in de ene conditie wezenlijk verschillen van de participanten in de andere conditie (Gravetter & Wallnau, 2012).

### **Participanten**

Het huidige onderzoek is uitgevoerd op vijf verschillende reguliere basisscholen in Nederland. Voor de werving van de participanten is gebruik gemaakt van een gemakssteekproef (Neuman, 2004). Wanneer niet de gehele klas deelnam aan het onderzoek, werden de participanten binnen de klas aselekt gekozen door middel van een systematische steekproef. Vervolgens is aan de ouder(s)/verzorger(s) van leerlingen in groep 5 tot en met 7, middels *informed consent*, passieve toestemming gevraagd voor deelname aan het onderzoek. De totale groep participanten bestond uit 108 leerlingen uit groep 5 tot en met 7 met een gemiddelde leeftijd van 9.51 jaar ( $SD = 0.77$ ), waarvan 58 jongens en 50 meisjes. De participanten waren 24 jongens en 22 meisjes uit groep 5, 25 jongens en 20 meisjes uit groep 6 en 9 jongens en 8 meisjes uit groep 7.

### **Meetinstrumenten**

**Werkgeheugen.** Het werkgeheugen werd gemeten met behulp van het Apen- (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Jolani, & Van Luit, 2016) en Leeuwenspel (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015), die respectievelijk het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen meten. Beide taken zijn ontwikkeld om zelfstandig gemaakt te worden door de kinderen op de computer. Tijdens het Apenspel hoorden leerlingen een aantal gesproken woorden. Deze woorden moesten ze onthouden en in omgekeerde volgorde aanklikken in een 3x3 matrix met een visuele presentatie van het woord. Bij het Leeuwenspel kregen de leerlingen tijdens elk



item acht leeuwen van verschillende kleuren (rood, blauw, groen, geel en paars) op verschillende locaties in de 4x4 matrix te zien. De leerlingen moesten de laatste plaats van een leeuw met een bepaalde kleur onthouden en deze aanklikken. Beide spellen bestonden uit vijf levels. Naarmate het level steeg, moesten de leerlingen steeds meer woorden (van twee woorden in level 1 tot zes woorden in level 5) of leeuwen in verschillende kleuren (van de laatste rode leeuw in level 1 tot de laatste rode, blauwe, gele, groene en paarse leeuw in level 5) onthouden. Elk level bestond uit vier items en de totale taken bestond dus uit 20 items. De werkgeheugentaken werden niet afgebroken bij te veel fouten. Als de items in de juiste volgorde werden aangeklikt, dan was er een correcte score. De proportionele score, die varieert tussen 0 en 1, werd voor beide spellen apart berekend door het aantal correcte items binnen alle sets om te zetten in een proportie correcte items (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015; 2016). Uit onderzoek van Van de Weijer-Bergsma et al. (2016) blijkt dat de interne consistentie, concurrente validiteit en predictieve validiteit van het Apenspel goed zijn. De test-hertestbetrouwbaarheid, interne consistentie, concurrente validiteit en predictieve validiteit van het Leeuwenspel blijken volgens onderzoek van Van de Weijer-Bergsma en collega's (2015) ook goed te zijn. Beide werkgeheugentaken zijn nog niet beoordeeld door de Commissie Testaangelegenheden Nederland [COTAN].

**Taal- en rekenvaardigheid.** De taalvaardigheid werd gemeten door een combinatie van de verschillende criterium-gebaseerde Cito-toetsen, namelijk Begrijpend lezen, Spelling en de Drie-minuten-toets [DMT]. Begrijpend lezen wordt minimaal één keer per schooljaar afgenomen (Feenstra, Kamphuis, Kleintjes, & Krom, 2010; Weekers, Groenen, Kleintjes, & Feenstra, 2011). De spellingtoets en de DMT worden twee keer per jaar afgenomen, met uitzondering van groep 8 (De Wijs, Kamphuis, Kleintjes, & Tomesen, 2010; Mols & Kamphuis, 2012). De Cito-toetsen Begrijpend lezen en Spelling bestaan beide uit drie modules, waarvan de leerlingen er twee maken (Start en Vervolg 1 of Vervolg 2). De DMT, die het technisch lezen meet, bestaat uit drie kaarten en per kaart krijgt de leerling één minuut de tijd om zoveel mogelijk woorden foutloos hardop te lezen (Krom, Jongen, Verhelst, Kamphuis, & Kleintjes, 2010).

De rekenvaardigheid werd gemeten met behulp van de criterium-gebaseerde Cito-toets Rekenen-Wiskunde. Deze toets wordt twee keer in het jaar afgenomen en bestaat uit twee tot vier delen, die allemaal door de leerlingen worden gemaakt (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010).

Met de landelijke Nederlandse Cito-toetsen kan de voortgang van basisschoolleerlingen worden gevolgd (Janssen, Scheltens, & Kraemer, 2005). De ruwe scores werden omgezet in

vaardigheidsscores. Deze vaardigheidsscores verhogen gedurende de hele basisschoolperiode, waardoor vergelijking van verschillende testen mogelijk is (Janssen et al., 2005). Door de COTAN wordt de betrouwbaarheid en validiteit van de oude Cito-toetsen Begrijpend lezen, Spelling, DMT en Rekenen als voldoende tot goed beoordeeld (COTAN, n.d.). De Cito-toetsen 3.0 zijn nog niet beoordeeld door de COTAN, maar de betrouwbaarheid van de verschillende toetsen en versies ligt volgens de wetenschappelijke verantwoordingen van het Cito tussen de .86 en .95 (bijvoorbeeld Hop, Janssen, & Engelen, 2016; Jolink, Tomesen, Hilte, Weekers, & Engelen, 2015; Tomesen, Wouda, Mols, & Horsels, 2015).

### **Procedure**

De leerlingen met toestemming voor deelname aan het onderzoek zijn ongeveer 25 minuten zonder pauze in een rustige en prikkelarme ruimte getest en ongeveer 20 minuten zonder pauze in de klas. Tijdens beide testafnames zijn achtereenvolgens het Leeuwen- (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015) en Apenspel (Van de Weijer-Bergsma et al., 2016) afgenomen. Beide taken werden door de leerlingen zelfstandig op de computer gemaakt. Om eventuele vragen te beantwoorden of technische mankementen op te lossen, was er altijd een testleider aanwezig bij de afname. Verder zijn er gegevens verzameld over de schoolprestaties van de leerlingen. Doordat het Apen- en Leeuwenspel in zowel de individuele als klassikale setting zijn afgenomen, bestond er een kans op het optreden van leereffecten (Charness, Gneezy, & Kuhn, 2012; Gravetter & Wallnau, 2012). Om de invloed van deze leereffecten zoveel mogelijk te beperken, zijn de testen bij de helft van de leerlingen eerst in de klas afgenomen en bij de andere helft eerst individueel. Daarnaast zat er minimaal één week tussen de twee afnamemomenten. Gegevens van Cito-toetsen in januari/februari 2017 met betrekking tot rekenen, technisch lezen van woorden, begrijpend lezen en spelling zijn uit het Leerlingvolgsysteem [LVS] of Cito Leerling- en Onderwijsvolgsysteem [LOVS] gehaald. De gegevens van de leerlingen zijn anoniem verwerkt door de namen van de leerlingen te vervangen door codes.

### **Dataverwerking en Analyses**

Om het verschil in werkgeheugenscores tussen de afname in de individuele en klassikale setting te analyseren, is een gepaarde t-toets uitgevoerd met de variabelen *Werkgeheugen individueel* en *Werkgeheugen klassikaal*. Voor beide variabelen werd de gemiddelde proportionele score, die loopt van 0 tot 1, berekend door de scores op het Apen- en Leeuwenspel te middelen.

In het kader van de tweede onderzoeksvraag werd een *principal axis* factoranalyse uitgevoerd om te bekijken of de variabelen *Begrijpend lezen*, *Spelling* en *DMT* samengevoegd

konden worden tot de variabele *Taal*. Aangezien er momenteel twee verschillende soorten Cito-toetsen gebruikt worden en de vaardigheidsscores van deze toetsen niet kunnen worden omgerekend, moesten de vaardigheidsscores eerst, met behulp van de gegevens uit Bijlage 1, omgezet worden in Z-scores. Uit de factoranalyse met deze Z-scores bleek dat één factor een eigenwaarde boven het criterium van 1 had (Field, 2014) en deze factor 47,35% van de variantie verklaarde. De *scree plot* toonde een verbuiging die 1 factor zou rechtvaardigen. Ook de factorladingen wezen op één factor, aangezien alle waarden boven .3 lagen. Daarom is er gekozen voor één factor genaamd *Taal*, bestaande uit de gemiddelde score op de variabelen *Begrijpend lezen*, *Spelling* en *DMT*.

Tot slot werd de dominantieanalyse gebruikt om te analyseren in welke setting de werkgeheugenprestaties de beste voorspeller zijn voor taal en rekenen (Kraha, Turner, Nimon, Zientek, & Henson, 2012). Hiervoor werden eerst afzonderlijke regressieanalyses uitgevoerd voor de afhankelijke variabelen *Taal* en *Rekenen*. Bij beide analyses werden de predictoren *Werkgeheugen individueel* en *Werkgeheugen klassikaal* eerst apart toegevoegd aan het model en daarna nog een keer samen. In alle regressieanalyses werd de variabele *Testleeftijd* meegenomen als covariaat, aangezien leeftijd een effect heeft op het werkgeheugen (Alloway & Alloway, 2010; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015; 2016) en het verwerken van afleidende informatie (Gumenyuk et al., 2004). De verklaarde varianties uit de regressieanalyses zijn gebruikt in de dominantieanalyse om te bekijken of er sprake was van complete dominantie, wat inhoudt dat de voorspeller in alle mogelijke paarsgewijze vergelijkingen een groter dominantiegewicht (gemiddelde extra  $R^2$ ) heeft. Het dominantiegewicht voor de 'k=0' geeft de  $R^2$  weer tussen de betreffende voorspeller en de afhankelijke variabele. De 'k=1' laat de verandering in  $R^2$  zien wanneer er een voorspeller aan het regressiemodel wordt toegevoegd (Kraha et al., 2012). Bij alle analyses is getoetst met een  $\alpha < .05$ .

**Assumpties.** Voorafgaand aan de uitvoering van de analyses zijn de assumpties gecontroleerd. Bij de variabele *Rekenen* werd niet voldaan aan de assumptie van normaliteit ( $p < .01$ ), zoals getest met *Kolmogorov-Smirnov test* (Field, 2014). Daarom zijn er *Bootstrapped* regressies uitgevoerd voor de afhankelijke variabele *Rekenen* met de predictoren *Werkgeheugen individueel* en *Werkgeheugen klassikaal* en de covariaat *Testleeftijd*. De overige assumpties met betrekking tot de gepaarde t-toets en regressies leverden geen problemen op.

**Ontbrekende waarden.** Van de 108 leerlingen waren er vier ontbrekende waarden (3.70%) op de individuele afname van de werkgeheugentaken, vijf (4.63%) op de klassikale

afname van de werkgeheugentaken, één (0.93%) op de Cito-toets Rekenen-Wiskunde en negen (8.33%) op de DMT. De ontbrekende waarden bij het Apen- en Leeuwenspel zijn veroorzaakt door ziekte van de leerling of technische problemen. Bij de Cito-toets Rekenen-Wiskunde is de ontbrekende waarden veroorzaakt doordat de toets niet is afgenomen door onbekende omstandigheden. De DMT is bij negen leerlingen negen leerlingen niet afgenomen, omdat zij in groep 5 een voldoende score hadden behaald en daarom volgens de school vanaf groep 6 niet meer getoetst hoefden te worden. Participanten werden alleen meegenomen in de gepaarde *t*-toets ( $n = 100$ ) en de dominantieanalyse ( $n = 89$ ) wanneer zij op alle meegenomen variabelen een score hadden.

## **Resultaten**

### **Beschrijvende Statistiek**

De beschrijvende gegevens met betrekking tot de gepaarde *t*-toets (sample 1) en de dominantieanalyse (sample 2) zijn weergegeven in Tabel 1. Uit de correlatiecoëfficiënten (Tabel 2) bleek dat taal en rekenen significant samenhangen met het werkgeheugen gemeten in zowel de individuele als de klassikale setting. De correlatiecoëfficiënten worden gekwalificeerd als klein tot matig (Field, 2014).

### **Gepaarde *t*-toets**

Uit de gepaarde *t*-toets bleek dat de participanten gemiddeld genomen een hogere werkgeheugenscore hadden in de individuele setting,  $M = .71$ ,  $SD = 0.08$ , dan in de klassikale setting,  $M = .68$ ,  $SD = 0.09$ . Het verschil tussen de individuele en klassikale setting,  $.03$ , BI 95% CI [.02, .04], was significant,  $t(98) = 4.18$ ,  $p < .01$ ,  $d = 0.36$ . De effectgrootte wordt gekwalificeerd als klein (Field, 2014).

Tabel 1

*Beschrijvende Gegevens met Betrekking tot het Werkgeheugen, Taal en Rekenen*

	Sample 1 (n = 100)		Sample 2 (n = 89)	
	M (SD)	Range	M (SD)	Range
<b>Werkgeheugen</b>				
Individueel	.71 (0.08)	.49 - .88	.70 (0.08)	.49 - .88
Klassikaal	.68 (0.09)	.45 - .85	.67 (0.09)	.45 - .84
Totaal	.69 (0.08)	.48 - .86	.69 (0.08)	.48 - .86
<b>Taal*</b>				
Begrijpend lezen*			0.32 (1.10)	-1.87 – 3.36
Spelling*			0.42 (1.17)	-1.89 – 4.40
DMT*			0.23 (1.72)	-3.04 – 6.50
DMT*			0.30 (1.33)	-3.18 – 2.73
<b>Rekenen*</b>				
			0.46 (1.12)	-3.86 – 3.43

*Noot.* Sample 1 is gebruikt voor de gepaarde t-toets en sample 2 is gebruikt voor de dominantieanalyse. \*De vaardigheidsscores voor taal en rekenen zijn omgezet in Z-scores met minimale en maximale scores zoals weergegeven in de tabel.

Tabel 2

*Correlaties Tussen het Werkgeheugen en Schoolprestaties (n = 89 – 100)*

	Taal	Rekenen	Werkgeheugen individueel	Werkgeheugen klassikaal
Taal	-	.39*	.25*	.32*
Rekenen	.39*	-	.40*	.44*
Werkgeheugen individueel	.25*	.40*	-	.65*
Werkgeheugen klassikaal	.32*	.44*	.65*	-

*Noot.* \*  $p < .01$ .

### Dominantieanalyses

In het kader van de dominantieanalyses werden regressieanalyses uitgevoerd. Uit de regressieanalyses met een enkele voorspeller bleek dat het werkgeheugen gemeten in de individuele,  $B = 3.86$ ,  $\beta = 0.27$ ,  $SE = 2.63$   $t(86) = 2.63$ ,  $p = .01$ , en klassikale setting,  $B = 3.91$ ,  $\beta = 0.32$ ,  $SE = 1.23$ ,  $t(86) = 3.19$ ,  $p < .01$ , significante voorspellers waren voor het taalniveau van de leerlingen. Uit de vergelijking van de grootte van het dominantiegewicht in alle rijen

van de dominantieanalyse (Tabel 3) bleek dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting consequent een groter voorwaardelijk dominantiegewicht had, wat erop wijst dat voorspeller *Werkgeheugen klassikaal* voor taal geheel dominant is over de voorspeller *Werkgeheugen individueel*.

Tabel 3

*Dominantieanalyse voor de Afhankelijke Variabele Taal en de Onafhankelijke Variabelen Werkgeheugen Individueel en Werkgeheugen Klassikaal*

Variabele(n)	$R^2$	Aanvullende bijdrage van:	
		Werkgeheugen individueel	Werkgeheugen klassikaal
$M(k = 0)$		0.084	<u>0.115</u>
Werkgeheugen individueel	0.084	-	0.037
Werkgeheugen klassikaal	0.115	0.006	-
$M(k = 1)$		0.006	<u>0.037</u>
Werkgeheugen individueel, Werkgeheugen klassikaal	0.121		
$M(\text{totaal})$		0.045	0.076

*Noot.*  $k$  = aantal bijkomende predictoren. Onderstreept betekent dat de betreffende predictor dominant is over de andere predictor in de paarsgewijze vergelijking.

Uit de *Bootstrapped* regressieanalyses met een enkele voorspeller bleek dat het werkgeheugen gemeten in zowel de individuele,  $B = 5.78$ ,  $\beta = 0.40$ ,  $SE = 1.43$ ,  $t(86) = 4.04$ ,  $p < .01$ , als klassikale setting,  $B = 5.38$ ,  $\beta = 0.44$ ,  $SE = 1.91$ ,  $t(86) = 4.52$ ,  $p < .01$ , significante voorspellers waren voor het rekenniveau van de leerlingen. Uit de vergelijking van de grootte van het dominantiegewicht in alle rijen van de dominantieanalyse (Tabel 4) bleek dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting consequent een groter voorwaardelijk dominantiegewicht had, wat erop wijst dat voorspeller *Werkgeheugen klassikaal* ook voor rekenen geheel dominant is over de voorspeller *Werkgeheugen individueel*.

### Discussie

Het doel van deze studie was het onderzoeken van de ecologische validiteit in twee verschillende contexten, om zodoende te bekijken in welke context, individuele versus klassikale setting, werkgeheugenprestaties de beste voorspeller zijn voor schoolprestaties van leerlingen in groep 5 tot en met 7. Het onderzoeken van de ecologische validiteit van werkgeheugentaken levert wellicht nieuwe kennis en inzichten op, waardoor de diagnostiek van leerstoornissen verbeterd kan worden.

Tabel 4

*Dominantieanalyse voor de Afhankelijke Variabele Rekenen en de Onafhankelijke Variabelen Werkgeheugen Individueel en Werkgeheugen Klassikaal*

Variabele(n)	$R^2$	Aanvullende bijdrage van:	
		Werkgeheugen individueel	Werkgeheugen klassikaal
$M(k = 0)$		0.160	<u>0.192</u>
Werkgeheugen individueel	0.160	-	0.053
Werkgeheugen klassikaal	0.192	0.021	-
$M(k = 1)$		0.021	<u>0.053</u>
Werkgeheugen individueel, Werkgeheugen klassikaal	0.213		
$M(\text{totaal})$		0.091	0.123

*Noot.*  $k$  = aantal bijkomende predictoren. Onderstreept betekent dat de betreffende predictor dominant is over de andere predictor in de paarsgewijze vergelijking.

Werkgeheugenprestaties zoals gemeten in de individuele en de klassikale setting bleken beide significant samen te hangen met zowel taal als rekenen, wat overeenkomt met de onderzoeken van Bull et al. (2008), Friso-Van den Bos et al. (2013) en Gathercole et al. (2006). Verder bleek uit dit onderzoek, zoals verwacht en in overeenstemming met de literatuur (Dolcos et al., 2007; Söderlund et al., 2010; Sullivan et al., 2015; Yoon et al., 2006), dat context invloed heeft op werkgeheugenprestaties; leerlingen scoorden significant hoger op de werkgeheugentaken in een stille, prikkelarme ruimte dan in de klas.

In het kader van de dominantieanalyse zijn regressieanalyses uitgevoerd, waaruit bleek dat het werkgeheugen gemeten in de individuele en klassikale setting significante voorspellers zijn voor zowel het taal- als rekenniveau van de leerlingen. De voorspellende waarde van het werkgeheugen wordt ook beschreven door De Weerd et al., (2013) met betrekking tot het lezen en door Friso-van den Bos et al. (2013) met betrekking tot rekenen. Vervolgens bleek uit de dominantieanalyse dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting, voor zowel taal als rekenen, geheel dominant was. Dat wil zeggen dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting de beste voorspeller is voor taal- en rekenprestaties van leerlingen, wat overeenstemt met de verwachting en al gesuggereerd werd in het artikel van Van de Weijer-Bergsma en collega's (2015).

De gevonden resultaten kunnen verklaart worden doordat leerlingen in de klassikale setting meer auditieve en visuele afleiders moeten negeren dan in de individuele setting (Wiley & Jarosz, 2012), wat een negatieve invloed heeft op het werkgeheugen (Dolcos et al.,

2007; Sullivan, et al., 2015). Door afleiding verschuift de aandacht (Schuijers, 1997). De controle en regulatie van aandacht doet een beroep op het werkgeheugen (Poullisse & Goossens). Hierdoor wordt het werkgeheugen in de klassikale setting meer belast dan in de individuele setting, waardoor de werkgeheugenprestaties verminderen. In vervolgonderzoek is het van belang om de aandachtsfuncties mee te nemen in het onderzoek, zodat bekeken kan worden welke rol aandacht speelt bij de invloed van context op het werkgeheugen als voorspeller voor schoolprestaties.

Het huidige onderzoek kent een aantal beperkingen, die de lage tot matige effectgroottes kunnen verklaren. Allereerst is de steekproef beïnvloed, doordat negen betere lezers uit groep 7 niet zijn meegenomen in de analyses. Hierdoor is de steekproef minder representatief, aangezien de steekproef in mindere mate aan alle kenmerken van de populatie voldoet (Neuman, 2014). Ten tweede bestond er door het *within-subjects design* de kans op een leereffect. Dit is echter zoveel mogelijk beperkt doordat er minimaal één week tussen de afnames van de werkgeheugentaken moest zitten en de werkgeheugentaken bij de helft van de participanten eerst individueel af te nemen en bij de andere helft eerst klassikaal. Tot slot bleek tijdens de dataverzameling voor dit onderzoek dat de condities met betrekking tot de klassikale testafname erg verschilden per klas en per school. Vooraf is geprobeerd de testprocedure zo gelijk mogelijk te houden door een testprotocol op te stellen. Helaas bleek dat leerkrachten het begrip ‘zelfstandig werken’ soms verschillend interpreteerden. In de ene klas was het tijdens de testafname de gehele 20 minuten stil, terwijl in de andere klas zachtjes overlegt mocht worden of het geluidsniveau tijdens de testafname steeds verder opliep zonder dat de leerkracht ingreep. Daarnaast stonden de computers in sommige klassen tegen de muur aan, terwijl ze in andere klassen naar de klas gericht waren. Door deze factoren zou het kunnen zijn dat de frequentie en het volume van de afleiders per klas verschillend was. Een gevolg hiervan is dat leerlingen in de ene klas meer zijn beïnvloed door de context dan in de andere klas, terwijl de condities in de individuele setting zo goed als gelijk waren. Dit zou een verklaring kunnen vormen voor het feit dat sommige leerlingen grotere verschillen tussen de werkgeheugenprestaties gemeten in de individuele en klassikale setting laten zien dan andere leerlingen. Men zou in vervolgonderzoek kunnen besluiten om de afnamecondities mee te nemen in het onderzoek, door bijvoorbeeld het geluidsniveau te meten met een decibelmeter, om zodoende de effecten van de frequentie en het volume van de afleiders te kunnen onderzoeken. Daarnaast is het wellicht interessant om in vervolgonderzoek te bekijken of het werkgeheugen kan worden gezien als een mediator voor het effect van context op schoolprestaties. Het werkgeheugen wordt gezien als een belangrijke voorspeller voor



schoolprestaties (De Weerd et al., 2013; Friso-van den Bos, et al., 2013) en werkgeheugen en schoolprestaties kunnen voorspeld kunnen door de context (Ljung, Sörqvist, & Hygge, 2009; Sætrevik & Sörqvist, 2015; Sörqvist, 2010). De invloed van de context op schoolprestaties zou dus kunnen lopen via de invloed van de context op het werkgeheugen.

Geconcludeerd kan worden dat leerlingen in de individuele setting beter scoren op werkgeheugentaken dan in de klassikale setting. Daarnaast bleek dat het werkgeheugen gemeten in de klassikale setting, in vergelijking met de individuele setting, de beste voorspeller was voor schoolprestaties. Uit dit onderzoek blijkt dus dat de ecologische validiteit beter is wanneer werkgeheugentaken worden afgenomen in de klassikale setting. Hiermee kan dit onderzoek wordt gezien als vernieuwend, aangezien er nog niet eerder onderzoek was gedaan naar de ecologische validiteit van werkgeheugentaken. Meer kennis over de ecologische validiteit van werkgeheugentaken en de eventuele mediërende rol van het werkgeheugen voor schoolprestaties kan een bijdrage leveren aan de verbetering van de diagnostiek van leerstoornissen. Diagnostisch onderzoek in een individuele setting kan, in vergelijking met de klassikale setting, namelijk andere conclusies opleveren. Aanbevolen wordt om bij de diagnostiek van leerstoornissen het werkgeheugen te meten in zowel de individuele als klassikale setting om op die manier het verschil in functioneren van het werkgeheugen te kunnen bekijken.

## Referenties

- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 1, 134-139.
- Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25, 92-98. doi:10.1027/1015-5759.25.2.92
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106, 20-29. doi: 10.1016/j.jecp.2009.11.003
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228. doi:10.1080/87565640801982312
- Charness, G., Gneezy, U., & Kuhn, M. A. (2012). Experimental methods: Between-subject and within-subject design. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 81, 1-8. doi:10.1016/j.jebo.2011.08.009
- Commissie Testaangelegenheden Nederland (n.d.). *COTAN Documentatie*. Verkregen van [https://www-cotandocumentatie-nl.proxy.library.uu.nl/zoeken\\_eenvoudig.php](https://www-cotandocumentatie-nl.proxy.library.uu.nl/zoeken_eenvoudig.php)
- De Weerdt, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Working memory in children with reading disabilities and/or mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 45, 461-472. doi:10.1177/0022219412455238
- De Wijs, A., Kamphuis, F., Kleintjes, F., & Tomesen, M. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording: Spelling voor groep 3 tot en met 6*. Arnhem: Cito.
- Dolcos, F., Miller, B., Kragel, P., Jha, A., & McCarthy, G. (2007). Regional brain differences in the effect of distraction during the delay interval of a working memory task. *Brain Research*, 1152, 171-181. doi:10.1016/j.brainres.2007.03.059
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 44, pp. 145-199). New York: Elsevier.
- Feenstra, H., Kamphuis, F., Kleintjes, F., & Krom, R. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording: Begrijpend lezen voor groep 3 tot en met 6*. Arnhem: Cito.

- Field, A. (2014). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics* (3<sup>e</sup> ed.). London: SAGE Publications.
- Friso-van den Bos, I., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *10*, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Krikwood, H. J., Elliott, J. G., Holmes, J., & Hilton, K. A. (2008). Attentional and executive function behaviors in children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*, *18*, 214-223. doi:10.1016/j.lindif.2007.10.003
- Gathercole, S. E., Lamont, E., Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. In S. J. Pickering (Ed.), *Working memory and education* (pp. 219-240). London: Academic Press.
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2012). *Statistics for the behavioral sciences*. Londen: Thomson Wadsworth.
- Gumenyuk, V., Korzyukov, O., Alho, K., Escera, C., & Näätänen, R. (2004). Effects of auditory distraction on electrophysiological brain activity and performance in children. *Psychophysiology*, *41*, 30-36. doi:10.1111/1469-8986.00123
- Hop, M., Janssen, J., & Engelen, R. (2016). *Wetenschappelijke verantwoording Rekenen-Wiskunde 3.0 voor groep 5*. Verkregen van [http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/primair\\_speciaal\\_onderwijs/lvs\\_toetsen](http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/primair_speciaal_onderwijs/lvs_toetsen)
- Hygge, S. (2003). Classroom experiments on the effect of different noise sources and sound levels on long-term recall and recognition in children. *Applied Cognitive Psychology*, *17*, 895-914. doi:10.1002/acp.926
- Hygge, S., Boman, E., & Enmarker, I. (2003). The effects of road traffic noise and meaningful irrelevant speech on different memory systems. *Scandinavian Journal of Psychology*, *44*, 13-21. doi:10.1111/1467-9450.00316
- Janssen, J., Scheltens, F., & Kraemer, J. M. (2005). *Leerling- en onderwijsvolgsysteem rekenen-wiskunde*. Arnhem: Cito.
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS Rekenen-wiskunde voor groep 3 tot en met 8*. Arnhem: Cito.
- Jolink, A., Tomesen, M., Hilte, M., Weekers, A., & Engelen, R. (2015). *Wetenschappelijke verantwoording Begrijpend lezen 3.0 voor groep 4*. Verkregen van

[http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/primair\\_speciaal\\_onderwijs/lvs\\_toetsen](http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/primair_speciaal_onderwijs/lvs_toetsen)

- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*, 169-183.
- Kraha, A., Turner, H., Nimon, K., Zientek, L. R., & Henson, R. K. (2012). Tools to support interpreting multiple regression in the face of multicollinearity. *Frontiers in Psychology*, *3*, 44, 1-16. doi:10.3389/fpsyg.2012.00044
- Krom, R., Jongen, I., Verhelst, N., Kamphuis, F., & Kleintjes, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording DMT en AVI*. Arnhem: Cito.
- Ljung, R., Sörqvist, P., & Hygge, S. (2009). Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise Health*, *11*, 194-198.
- Mols, A., & Kamphuis, F. (2012). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen Spelling niet-werkwoorden voor groep 7 en 8*. Arnhem: Cito.
- Nationaal Referentiecentrum Dyslexie (2013). *Protocol Dyslexie Diagnostiek & Behandeling 2.0*. Arnhem: Auteur.
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding Research*. New York: Pearson Education.
- Poullisse, N., & Goossens, W. (2010). Het werkgeheugen en schoolse vaardigheden. *Van Horen Zeggen*, *51*(6), 10-18.
- Sætrevik, B., & Sörqvist, P. (2015). Updating working memory in aircraft noise and speech noise causes different fMRI activations. *Scandinavian Journal of Psychology*, *56*, 1-10. doi:10.1111/sjop.12171
- School Begeleiding Zaanstreek Waterland (2017). Tabellen tussenopbrengsten CITO LOVS. Verkregen van <http://www.sbwz.nl/pages/199/Cito-scores-2016.html>
- Schuijers, R. (1997). *Over scherp zijn gesproken: beter sporten onder druk*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Shipstead, Z., Lindsey, D. R. B., Marshall, R. L., & Engle, R. W. (2014). The mechanisms of working memory capacity: Primary memory, secondary memory, and attention control. *Journal of Memory and Language*, *72*, 116-141. doi:10.1016/j.jml.2014.01.004
- Söderlund, G. B. W., Sikström, S., Loftesnes, J. M., & Sonunga-Barke, E. J. (2010). The effects of background white noise on memory performance in inattentive school children. *Behavioral and Brain Functions*, *29*(6), 55. doi:10.1186/1744-9081-6-55

- Sörqvist, P. (2010). Effects of aircraft noise and speech on prose memory: What role for working memory capacity? *Journal of Environmental Psychology, 30*, 112-118.  
doi:10.1016/j.jenvp.2009.11.004
- Sörqvist, P., Halin, N., & Hygge, S. (2010). Individual differences in susceptibility to the effects of speech on reading comprehension. *Applied Cognitive Psychology, 24*, 67-76.  
doi:10.1002/acp.1543
- Sörqvist, P., Nösth, A., & Halin, N. (2012). Working memory capacity modulates habituation rate: Evidence from a cross-modal auditory distraction paradigm. *Psychonomic Bulletin & Review, 19*, 245-250. Doi:10.3758/s13423-011-0203-9
- Stansfeld, S. A., Berglund, B., Clark, C., Lopez-Barrio, I., Fischer, P., Ohrström, E., ... Berry, B. F. (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: A cross-national study. *Lancet, 365*, 1942-1949.
- Sullivan, J. R., Osman, H., & Schafer, E. C. (2015). The effect of noise on the relationship between auditory working memory and comprehension in school-age children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 58*, 1043-1061.  
doi:10.1044/2015\_JSLHR-H-14-0204
- Swanson, H. L., Zheng, X., & Jerman, O. (2009). Working memory, short-term memory and reading disabilities: A selective meta-analysis of the literature. *Journal of Learning Disabilities, 42*, 260-287. doi:10.1177/0022219409331958
- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 44*, 521-532. doi:10.1177/0022219410387302
- Tomesen, M., Wouda, J., Mols, A., & Horsels, L. (2015). *Wetenschappelijke verantwoording van de LVS-toetsen spelling 3.0 voor groep 3*. Verkregen van [http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/primair\\_speciaal\\_onderrwijs/lvs\\_toetsen](http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/primair_speciaal_onderrwijs/lvs_toetsen)
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: Active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review, 114*, 104-132. doi: 10.1037/0033-295X.114.1.104
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Jolani, S., & Van Luit, J. E. H. (2016). The monkey game: A computerized verbal working memory task for elf-reliant administration in primary school children. *Behavioral Research Methods, 48*, 756-771.  
doi:10.3758/s13428-015-0607-y

- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Prast, E. J., & Van Luit, J. E. H. (2015). Validity and reliability of an online visual-spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavioral Research Methods*, *47*, 708-719. doi: 10.3758/s13428-014-0469-8
- Van Kempen, E. E. M. M., Van Kamp, I., Stellato, R. K., Houthuijs, D. J. M., & Fischer, P. H. (2005). *Het effect van geluid van vlieg- en wegverkeer op cognitie, hinderbeleving en de bloeddruk van basisschoolkinderen* (Rapport Nr. 4415200021). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
- Van Luit, J. E. H., Bloemert, J., Ganzinga, E. G., & Mönch, M. E. (2014). *Protocol Dyscalculie Diagnostiek voor Gedragsdeskundigen*. Doetinchem: Graviant.
- Weekers, A., Groenen, I., Kleintjes, F., & Feenstra, H. (2011). *Wetenschappelijke verantwoording papieren toetsen Begrijpend lezen voor groep 7 en 8*. Arnhem: Cito.
- Wiley, J., & Jarosz, A. F. (2012). Working memory capacity, attentional focus, and problem solving. *Association for Psychological Science*, *21*, 258-262. doi:10.1177/0963721412447622
- Yoon, J. H., Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2006). Differential effects of distraction during working memory on delay-period activity in the prefrontal cortex and the visual association cortex. *NeuroImage*, *29*, 1117-1126. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.08.024

Bijlage 1

Tabel 5

*Landelijke gemiddelde score, standaardafwijking en range van de vaardigheidsscores per toets*

	Toets	2014		3.0 versie	
		<i>M*</i> ( <i>SD****</i> )	Range	<i>M*</i> ( <i>SD**</i> )	Range
Begrijpend lezen	M5	26 (10)	-87 – 147	154 (22)	0 – 338
	M6	32 (9)		174 (22)	
	M7	45 (11)		-	
Spelling	M5	127 (5)	66 – 197	295 (29)	0 – 460
	M6	133 (5)		317 (24)	
	M7	139 (5)		-	
DMT	M5	72 (14)	0 – 148	-	-
	M6	82 (10)		-	
	M7	90 (10)		-	
Rekenen	M5	73 (10)	0 – 196	203 (21)	0 - 414
	M6	87 (10)		227 (21)	
	M7	100 (9)		-	

*Noot.* \**M* 2014 versie is gebaseerd op de overgang tussen B/C niveauscore en middelste van de III niveauscore. \*\**M* 3.0 versie is gebaseerd op het gemiddelde bij de schoolnormen uit een bestand van School Begeleiding Zaanstreek Waterland (2017). \*\*\**SD* is geschat op basis van de laagste waarde in de IV niveaucategorie en de hoogste waarde in de II niveaucategorie (en dan gemiddeld en afgerond op een geheel getal); er zit dus 60% tussen -1*SD* en +1*SD*.