

Modererende rol van inhibitie op werkgeheugentaken bij bovenbouwleerlingen
op de basisschool

Final version

Master's thesis

Utrecht University

Master's programme in Clinical Child, Family and Education Studies

E.C.M. Koen 4113136

Supervisor: Eva van de Weijer-Bergsma

Second assessor: Ilona Friso-van den Bos

Date: 29-08-2018

Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis ‘modererende rol van inhibitie op werkgeheugentaken bij bovenbouwleerlingen op de basisschool’, welke het afsluitende onderzoek is voor de master ‘Clinical Child, Family and Education Studies’ aan de Universiteit Utrecht. Ik heb het onderwerp van deze masterthesis gekozen vanwege mijn interesse in leerproblemen en mijn wens mijn kennis over executieve functies te vergroten. De afgelopen twee jaar heb ik aan dit onderzoek gewerkt, waarbij intensieve en minder intensieve periodes zich hebben afgewisseld. Tijdens het proces van de dataverzameling kon ik niet actief meewerken aan de thesis, maar hebben de andere studenten met dit thesisonderwerp zich ingezet om data op basisscholen te verzamelen. Daarom wil ik mijn medestudenten Roza Papenburg, Klarien Lakerveld, Sanne van Leuken en Cora Raamsdonk bedanken voor de goede samenwerking en omdat ik van hun verzamelde data gebruik heb mogen maken. Ook wil ik de leerkrachten en leerlingen bedanken van de scholen die hebben meegewerkt aan het onderzoek.

Het schrijven van deze thesis was niet mogelijk geweest zonder de ondersteuning van mijn begeleidster Eva van de Wijer-Bergsma, waarvoor ik haar wil bedanken. Ik heb veel begeleiding en feedback gekregen om deze thesis tot een goed resultaat te brengen. Vooral haar geduld en flexibiliteit in dit langer durende proces stel ik zeer op prijs. Daarnaast wil ik Rianne Tel bedanken voor haar hulp bij het werken met SPSS en de vragen die ik had over de resultaten van mijn analyses. Daarnaast wil ik Dick Koen, Esther Lujik en Sanne Vermeij bedanken voor het controleren op taal- en spellingfouten en het controleren van de referenties volgens de richtlijnen van de APA handleiding.

Liselotte Koen

29 augustus 2018, Utrecht

Abstract

Learning disabilities are regularly diagnosed in primary school students and there is evidence that working memory and inhibition problems are the underlying issue. This study examines the difference between a classroom and an individual situation when testing the verbal and visuo-spatial working memory in children. In addition, this study examines if inhibition moderates working memory so that a weaker inhibition shows a bigger difference between the situations. To answer these questions, two working memory tasks have been executed by 109 students from the upper grades of primary school. Students performed a verbal working memory task ‘the Monkey game’ and a visuo-spatial working memory task ‘the Lion game’ twice, once in their classroom and once individually. In addition, the students executed the ‘Go/no-go’ inhibition task. The students from grades 5, 6 and 7 in different primary schools across The Netherlands are aged 8 to 11 ($M = 9.51$, $SD = 0.77$). A one-way repeated measures ANOVA is used to determine the difference between the classroom situation and the individual situation. Inhibition is added as a covariate to measure the moderation effect. The results state that students score higher in the individual situations on both the verbal and visuo-spatial working memory task and that inhibition did not play a moderating role in the outcome of the working memory tasks. Students perform better when they are in a silent situation without distractions, than when they are in a classroom with distractions. The difference in performance is not bigger when inhibition is taken into account. The capacities of a student are influenced by the circumstances in which they work, not by their degree of inhibition.

Keywords: verbal working memory, visuo-spatial working memory, inhibition, primary school students

Samenvatting

Leerproblemen worden regelmatig vastgesteld bij basisschoolleerlingen en er zijn aanwijzingen dat problemen met werkgeheugen en inhibitie hieraan ten grondslag liggen. In deze studie is onderzocht of er een verschil is tussen een klassikale en individuele situatie wanneer het verbale en het visueel-ruimtelijke werkgeheugen bij kinderen wordt getest. Daarnaast is onderzocht of inhibitie een modererende rol heeft op het werkgeheugen, waarbij verwacht wordt dat kinderen met een zwakkere inhibitie een groter verschil laten zien tussen de twee situaties. Om dit te onderzoeken zijn een verbale werkgeheugentaak ‘het Apenspel’ en een visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak ‘het Leeuwenspel’ door 109 leerlingen uit de bovenbouw van de basisschool gemaakt, eenmaal in de klas en eenmaal in een individuele situatie. Daarnaast hebben zij een ‘Go/no-go’ inhibitietaak gedaan. De leerlingen uit groep 5, 6 en 7 van verschillende basisscholen in Nederland hebben leeftijden tussen de 8 en 11 jaar ($M = 9.51$, $SD = 0.77$). Een one-way repeated measures ANOVA is gebruikt om te kijken naar verschillen tussen de klassikale en individuele situatie. Inhibitie is als covariaat toegevoegd om het modererende effect te meten. Uit de resultaten komt naar voren dat de leerlingen hoger scoren in de individuele situatie dan in de klassikale situatie op zowel het Apenspel als het Leeuwenspel en dat inhibitie geen modererende effect heeft op de uitkomst van de werkgeheugentaken. De leerlingen presteren beter op de verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken wanneer zij zich in een stille situatie bevinden, dan wanneer zij in een klaslokaal met afleiding zijn. Het verschil in prestaties is niet groter wanneer inhibitie meegenomen wordt. De capaciteiten van een leerling worden beïnvloed door de omstandigheden waarin gewerkt wordt, maar niet door de mate van inhibitie.

Trefwoorden: verbaal werkgeheugen, visueel-ruimtelijk werkgeheugen, inhibitie, basisschoolleerlingen

Inleiding

Leerproblemen zijn één van de meest gediagnosticeerde ontwikkelingsproblemen bij kinderen van basisschoollleeftijd. De bekende prevalentie is 4-9% voor tekorten in de leesvaardigheden en 3-7% in rekenvaardigheden (DSM-5; American Psychiatric Association, 2013). Leerproblemen worden geassocieerd met het werkgeheugen (Alloway et al., 2005). Problemen in het werkgeheugen kunnen ten grondslag liggen aan leerproblemen, maar ook aan gedragsproblemen die gerelateerd zijn aan inhibitie, concentratieproblemen en hyperactiviteit (Aronen, Vuontele, Steenari, Salmi, & Carlson, 2005).

Kinderen bij wie deze leerproblemen of gedragsproblemen voorkomen, worden vaak psychologisch onderzocht om de ernst hiervan vast te stellen. Deze tests worden in een klinische setting afgenomen, waarbij externe prikkels afwezig zijn. In de dagelijkse praktijk werken deze kinderen echter voornamelijk in een klas met andere kinderen, waar wel externe prikkels ervaren worden. Deze prikkels kunnen zorgen voor afleiding, wat de prestaties op het werk mogelijk verslechtert. Het beeld dat daarom bij het psychologisch onderzoek is verkregen is dan vertekend. Vooral bij kinderen met problemen in de concentratie en impulsiviteit zijn de afleidingen in de klas van negatieve invloed op het leren (Rickman, 2001). In deze thesis zal daarom worden onderzocht wat de invloed van inhibitie is op het werkgeheugen en welke rol context hierin speelt.

Het werkgeheugen levert een grote bijdrage aan het verwerven van schoolse vaardigheden en het cognitief functioneren (Baddeley, 2000; Baddeley & Hitch, 1974; Jarvis & Gathercole, 2003; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Bij het lezen van een tekst zorgt het verbale werkgeheugen ervoor dat kinderen de informatie onthouden en een coherent geheel kunnen vormen met al aanwezige informatie (Seigneuric, Ehrlich, Oakhill, & Yuill, 2000). Bij rekenen worden het visueel-ruimtelijke en het verbale werkgeheugen aangesproken, omdat er gelezen en een berekening gedaan moet worden (Friso-van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013; Jarvis & Gathercole, 2003). Het werkgeheugen geeft daarmee een goede inschatting welke kinderen risico lopen op het uitvallen op schoolse vaardigheden (Alloway & Gathercole, 2006; Alloway et al., 2005; Gathercole, Lamont, & Alloway, 2006). Volgens het model van Baddeley en Hitch (1974) bestaat het werkgeheugen uit drie componenten: het centrale executieve systeem en de slaafsystemen de fonologische lus en het visueel-ruimtelijke schetsblok. Een vierde component, de episodische buffer, is later toegevoegd (Baddeley, 2000; Baddeley, Allen & Hitch, 2011). De fonologische lus houdt verbale en akoestische informatie vast in een tijdelijke opslag, zoals nodig is bij lezen. Het visueel-ruimtelijke schetsblok houdt visueel-ruimtelijke informatie vast, zoals nodig is bij

lezen en wiskundige vaardigheden (Baddeley, 2000; Baddeley, 2010; Baddeley & Hitch, 1974). De episodische buffer speelt een grote rol in de integratie van informatie van de andere delen van het werkgeheugen en het langetermijngeheugen (Baddeley, 2000; Baddeley 2010). Het centrale executieve systeem heeft de meest uitgebreide, complexe functie en zorgt voor de uitvoering van de executieve functies (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Het centrale executieve systeem is verantwoordelijk voor het controleren van de aandacht, het uitvoeren van complexe taken zoals ophalen, opslaan en verwerken van informatie en de coördinatie van de andere componenten van het werkgeheugen (Baddeley & Hitch, 1974; Cowan, 2001). Daarnaast kan het centrale executieve systeem zich ontkoppelen van een irrelevante taak en betrokken raken bij een relevante taak (*shifting*), maar ook nieuwe informatie verwerken en vastgehouden informatie bijwerken (*updating*) (Miyake et al., 2000).

Een ander vermogen van het centrale executieve systeem is het onderdrukken van dominante, automatische of overheersende reacties (*inhibitie*) (Miyake et al., 2000). Volgens de inhibitie tekort hypothese kunnen leeftijdsgerelateerde inhibitietekorten leiden tot een verminderd vermogen om afleidingen te negeren, eerder relevante informatie te blokkeren en sterke ongepaste reacties te beperken (Hasher & Zacks, 1988; Lustig, Hasher, & Zacks, 2007). Inhibitieproblemen bij kinderen zijn daarnaast sterk gerelateerd aan aandachtsproblemen, leerproblemen en gedragsproblemen in de klas (Aronen et al., 2005; Friedman et al., 2007). Kinderen die moeite hebben met inhibitievaardigheden hebben vaak ook moeite met het gebruik van hun werkgeheugen, zoals bij rekenen op school (Bull & Scerif, 2001).

Afleiding in de klas kan ontstaan door geluid van binnen en buiten de school. Dit heeft een negatief effect op de prestaties van leerlingen, vooral voor kinderen van 10 en 11 jaar (Shield & Dockrell, 2008). Achtergrondgeluiden, zoals gepraat van andere kinderen in de klas, verlaagt de prestaties op verbale en non-verbale taken. Afleidingen in de klas kunnen daarom een negatief effect hebben op het leren van kinderen wanneer zij onoplettend en impulsief zijn (Rickman, 2001). Kinderen worden door hun beperkte inhibitie meer beïnvloed door afleidingen uit hun klas dan kinderen met een goede inhibitie (Adams, Finn, Moes, Flannery, & Rizzo, 2009). Hyperactieve kinderen scoren lager op schoolse taken, zijn vaker afgeleid en maken meer commissiefouten, wat versterkt wordt bij hogere geluidsniveaus (Zentall & Shaw, 1980). Kinderen zonder hyperactief gedrag presteerden beter dan hyperactieve kinderen op bekende taken met achtergrondgeluid, maar ondervonden hier bij nieuwe of moeilijke taken ook nadeel van. Uit een onderzoek met volwassenen kwam naar voren dat auditieve afleiding de prestaties op een visuele taak niet verslechtert, maar visuele

afleiding dit effect wel heeft op de prestaties op een auditieve taak (Guerreiro & van Gerven, 2011). Dit nam met de leeftijd disproportioneel toe. Daarnaast wordt in een omgeving met geluid het auditieve werkgeheugen van kinderen negatief beïnvloed (Sullivan, Osman, & Scafer, 2015).

Er is reeds bekend dat het werkgeheugen een grote voorspellende waarde heeft voor schools functioneren en dat inhibitie gerelateerd is aan aandachts- en leerproblemen. Ook is bekend dat omgevingsgeluid invloed heeft op prestaties van hyperactieve leerlingen. Het is echter niet duidelijk in hoeverre inhibitie het functioneren van het werkgeheugen beïnvloedt wanneer geluid en afleiding aanwezig zijn. In het huidige onderzoek wordt daarom de vraag gesteld: ‘Wat is de invloed van context op het werkgeheugen en welke rol speelt inhibitie hierin?’ Het werkgeheugen wordt hierbij opgesplitst in het verbale en het visueel-ruimtelijke werkgeheugen. In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van twee contexten waarin leerlingen twee werkgeheugentaken maken: een klassikale situatie waarbij afleiding aanwezig zal zijn en een individuele omgeving die rustig en zonder afleidingen zal zijn. Op die manier kan bekeken worden of kinderen die meer problemen hebben met hun inhibitie profiteren in de één dan wel de andere situatie. Er wordt verwacht dat er in de individuele situatie betere prestaties behaald worden op de werkgeheugentaken, gezien er geen afleidende factoren zijn. Afleidende factoren, zoals gesprekken in de klas, zorgen voor slechtere prestaties (Shield & Dockrell, 2008). Daarnaast wordt verwacht dat inhibitie een modererende rol heeft, waarbij kinderen met een zwakkere inhibitie meer verschil laten zien in hun prestaties op de twee werkgeheugentaken. Hierbij is de verwachting dat kinderen met een zwakke inhibitie, gemeten met een inhibitietask, in de klas slechter zullen presteren dan in de stille situatie. Kinderen die onoplettend en impulsief zijn, ondervinden meer negatief effect van afleiding en scoren lager op schoolse taken (Adams et al., 2009; Rickman, 2001; Zentall & Shaw, 1980).

Methode

Design en procedure

Dit onderzoek is opgezet volgens een within-subjects en between-subjects experimenteel design, waarbij kinderen tweemaal dezelfde werkgeheugentaken hebben uitgevoerd en eenmaal een inhibitietask. De dataverzameling vond in januari en februari 2017 plaats en de meetmomenten lagen minstens één week en maximaal vier weken uit elkaar. Kinderen hebben een verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugentask in een klassikale en in een individuele, stille situatie gemaakt. Bij de individuele situatie was alleen de testleider aanwezig en is gezorgd voor een stille ruimte met weinig afleiding. Bij de klassikale situatie stond de computer in een klaslokaal met de klasgenoten en de leerkracht. Voor het maken van

de werkgeheugentaken zijn de kinderen verdeeld in twee condities, waarbij de helft van de kinderen als eerste in de klassikale context de werkgeheugentaken heeft gemaakt en de andere helft van de kinderen eerst in de individuele context de werkgeheugentaken heeft gemaakt. De conditie waar de leerlingen het eerst in terecht komen is random geselecteerd op basis van alfabetische volgorde van de namenlijst van de klas. De leerlingen zijn om en om aan een conditie toegewezen. Hiermee zijn volgorde effecten zo veel mogelijk gecontroleerd. In de individuele situatie hebben de kinderen ook een inhibitietaak gemaakt, welke minimaal 5 minuten duurde. De werkgeheugentaken namen samen minimaal 20 minuten in beslag. Daarnaast hebben ouders en leerkrachten van deze kinderen vragenlijsten over het werkgeheugen en de aandacht ingevuld via Limesurvey, welke in dit onderzoek niet meegenomen worden. De leerkrachten hebben de onderzoekers de Citotoetsresultaten van de leerlingen uit hun klas verstrekt, die de school gebruikt voor hun leerlingvolgsysteem. Deze toetsgegevens zullen in dit onderzoek niet gebruikt worden.

Participanten

Aan het huidige onderzoek hebben 109 kinderen uit groep 5, 6 en 7 van het reguliere basisonderwijs deelgenomen. Deze participanten zijn geworven via een selecte gemakssteekproef, waarbij zij aan de criteria “zit op een reguliere basisschool” en “zit in de bovenbouw” moesten voldoen. De kinderen komen uit 12 klassen van vijf basisscholen in Nederland. In 10 klassen deden niet alle leerlingen mee, aangezien uit elke klas slechts enkele leerlingen nodig waren voor het onderzoek. De leerlingen zijn geselecteerd uit de klassenlijst die op alfabetische volgorde staat. In de klassen met een even aantal leerlingen is telkens de vijfde leerling uitgekozen voor deelname aan het onderzoek. In de klassen met een oneven aantal leerlingen is telkens de vierde leerling uitgekozen voor de deelname. Twee klassen hebben in zijn geheel meegedaan aan het onderzoek.

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van een passieve toestemmingsprocedure. Ouders van de leerlingen hebben een informatiebrief ontvangen en hebben de mogelijkheid gehad bij de leerkracht aan te geven dat hun kind niet deel mag nemen aan het onderzoek. Hierop is één reactie gekomen, waardoor deze leerling niet heeft deelgenomen. De deelnemende groep kinderen bestaat uit 50 meisjes en 59 jongens wier leeftijden tussen de tussen acht en 11 jaar liggen ($M = 9.51$, $SD = 0.77$).

Meetinstrumenten

Werkgeheugen. Het verbaal werkgeheugen is gemeten met behulp van de “backward word span task” het Apenspel (The Monkey Game; Van de Weijer-Bersma, Kroesbergen, Jolani, & Van Luit, 2015a). Het Apenspel is een verbale computertaak, waarbij leerlingen

woorden te horen krijgen en deze vervolgens in omgekeerde volgorde moeten aanklikken op de computer. De leerlingen krijgen de woorden in een 3x3 matrix te zien op het scherm. De taak heeft een oplopende moeilijkheidsgraad, waarbij de leerlingen over vijf niveaus steeds meer woorden moeten onthouden. Op niveau 1 zijn dit nog maar twee woorden, terwijl dit op niveau 5 al zes woorden zijn. Een item wordt goed gerekend als het in de juiste volgorde wordt gegeven. Het aantal correcte items binnen elke set wordt omgezet naar een correcte proportie score, welke een range heeft van nul tot zes. Met deze scores wordt berekend hoeveel procent de leerlingen goed hebben beantwoord, wat wordt gebruikt als uitkomstmaat. Dit meetinstrument is in eerder onderzoek als valide en betrouwbaar beoordeeld (Cronbach's alpha .89; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015a).

Het visueel werkgeheugen is gemeten met behulp van het Leeuwenspel (The Lion Game; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2015b). Het Leeuwenspel is een visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak die op de computer wordt uitgevoerd. In een 4x4 matrix worden acht leeuwen in verschillende kleuren gedurende 2,000 ms aan de leerlingen gepresenteerd en moeten zij de laatste locatie van een bepaalde kleur leeuw onthouden. Deze leeuw moeten zij vervolgens aanklikken op het scherm. De moeilijkheidsgraad van de taak is oplopend over vijf niveaus, waarbij de leerlingen steeds meer leeuwen in verschillende kleuren moeten onthouden. Op niveau 1 kunnen de leerlingen maximaal een score van 1 behalen en op niveau 5 een score van 5 voor elke goed onthouden leeuw. De proportie van het aantal items dat in de juiste seriële positie is onthouden wordt gescoord, wat een score tussen nul en vijf geeft. Daarna wordt berekend hoeveel procent de leerlingen goed hebben beantwoord om te gebruiken als uitkomstmaat. Dit meetinstrument is in eerder onderzoek als valide en betrouwbaar beoordeeld (Cronbach's alpha .86; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015b).

Inhibitie. De inhibitie is gemeten met behulp van de 'Go/no-go' taak (De Weerd, Desoete, & Roeyers, 2013). De 'Go/no-go' taak is een computertaak die de impulscontrole meet door te kijken naar het vermogen om aanwezige en dominante reacties tegen te houden (De Weerd et al., 2013; Nigg, 2000). Bij het zien van de vogel, een a of een 1, moet er op de spatiebalk gedrukt worden, de go trials. Bij een vlinder, een m of een 6, mag het kind niet op de spatiebalk drukken, de no-go trials. Een fixatiekruis wordt gepresenteerd op het scherm aan het begin van de taak voor 500 ms. Daarna wordt een stimulus getoond, die verdwijnt wanneer het kind reageert. Als het kind niet binnen 300 ms heeft gereageerd dan verdwijnt de stimulus ook en verschijnt er een wit scherm. Het kind kan dan nog steeds reageren op de stimulus. Vervolgens wordt een nieuwe stimulus getoond. De taak bestaat uit drie rondes van

60 trials, waarbij de stimulus steeds verandert. Bij de eerste ronde is de stimulus een dier, bij de tweede ronde een letter en bij de derde ronde een cijfer. In elke ronde zijn er 15 no-go trials, wat een percentage van 25% oplevert. Als uitkomstmaat wordt het aantal commissiefouten gebruikt, oftewel het aantal keer onjuist drukken tijdens een no-go trial. De range van deze scores is nul tot en met 45.

Data-analyse

Missings. Bij de variabele Apenspel individueel zijn er drie missings, 2,7% van het totaal, bij Apenspel klassikaal zijn er drie missings, 2,7 % van het totaal. Bij het Leeuwenspel individueel zijn er vier missings, 3,7 % van het totaal en bij het Leeuwenspel klassikaal zijn er vijf missings, 4,5 % van het totaal. Bij de variabele inhibitie zijn er twee missings, 1,83% van het totaal. In totaal zijn er minder dan 5% missings per variabele. De redenen voor deze missings zijn random en zijn overwegend veroorzaakt door technische problemen. Eenmaal was een leerling afwezig door ziekte, waardoor er geen data beschikbaar zijn voor de leerling. Er is gebruik gemaakt van listwise deletion, waarbij de analyses voor het Apenspel en het Leeuwenspel apart zijn uitgevoerd. Het aantal participanten voor beide groepen verschilt daarom van elkaar. Na listwise deletion blijven er 104 participanten over bij het Apenspel (4,6% verlies) en 101 participanten over bij het Leeuwenspel (7,3% verlies).

Analyse. Er wordt gekeken of er een verschil is tussen de prestaties op de verbale werkgeheugentaak ‘het Apenspel’ tussen een individuele conditie en een klassikale conditie. Er wordt ook gekeken of er een verschil is tussen de prestaties op de visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak ‘het Leeuwenspel’ tussen een individuele conditie en een klassikale conditie. Een one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) is gebruikt, omdat deze analyse het beste passend is bij de combinatie van een within-subjects en een between-subjects design. .

Als onafhankelijke variabelen zijn de resultaten van het Apenspel in de klassikale en in de individuele situatie ingevuld. De afhankelijke variabele is het beoogde verschil tussen de condities. Hetzelfde is gedaan voor het Leeuwenspel. De within-subjects factor in deze analyse is de vergelijking van de scores van de werkgeheugentaken in de individuele en de klassikale afname door middel van een ANOVA. De between-subjects factor is het aantal commissiefouten op de inhibitietak, welke als covariaat zijn toegevoegd om te kijken of inhibitie en moderende rol speelt. Ook hiervoor is de one-way repeated measures ANOVA gebruikt. Voor de effectgrootte wordt gebruik gemaakt van de partial eta squared, waarbij partial $\eta^2 = .01$ aangeeft dat er een klein effect, partial $\eta^2 = .06$ een medium effect en partial $\eta^2 = .14$ een groot effect is (Richardson, 2011).

Resultaten

Hoewel de boxplots, histogrammen, skewness en kurtosis indiceren dat de assumptie van normaliteit wordt ondersteund, geven de Kolmogorov-Smirnov statistieken van het klassikale Leeuwenspel en de inhibitie echter aan dat de uitschieters zorgen voor een niet normale verdeling. Boxplots geven aan dat er in het Apenspel één uitschieter bekend is in de klassikale conditie, geen in de individuele conditie. Bij het Leeuwenspel zijn er vijf uitschieters gevonden in de klassikale conditie en drie in de individuele conditie. Bij inhibitie zijn er drie uitschieters gevonden. Alle analyses zijn met en zonder deze uitschieters gedaan. Er was een verschil in de resultaten te zien wanneer de uitschieter van het Apenspel werd verwijderd, daarom zijn de resultaten zonder deze uitschieter gerapporteerd. De resultaten van het Leeuwenspel verschilden niet met en zonder de uitschieters. Vanwege de niet-normale verdeling is echter gekozen om ook deze uitschieters uit de sample te verwijderen. De analyses van het Apenspel en het Leeuwenspel zijn apart van elkaar gedaan. Het wel of niet meenemen van de uitschieters van de variabele inhibitie maakte geen verschil. De uitschieters zijn daarom onderdeel gebleven van de sample. De F_{\max} test wordt gebruikt om de homogeniteit van de variantie te berekenen waarbij de grootste sample variantie door de kleinste sample variantie wordt gedeeld. Dit geeft aan dat de assumptie van homogeniteit van de variantie niet is geschonden. Vanwege de slechts twee aanwezige contexten kan de sfericiteit niet berekend worden. Er wordt uitgegaan van onafhankelijkheid in de sample, omdat er geen signalen tijdens de dataverzameling en analyses naar voren zijn gekomen die dit weerleggen, zoals overleg tussen participanten over de inhoud van de testafname.

De beschrijvende statistieken zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken voor werkgeheugentaken individueel en klassikaal en inhibitietaak

	Apenspel			Leeuwenspel		
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Individueel	103	.62	.09	95	.81	.08
Klassikaal	103	.59	.11	95	.78	.09
Inhibitie	103	5.38	3.44	95	5.33	3.33

De resultaten van de repeated measures ANOVA geven aan dat er een middelgroot significant verschil is tussen het maken van de verbale werkgeheugentaak (Apenspel) in de klas en in de individuele situatie, $F(1,102) = 10.291$, $p = .002$, partial $\eta^2 = .092$. Paarswijze vergelijking toont dat de prestaties op het Apenspel in de individuele context significant hoger

zijn dan de prestaties op het Apenspel in de klassikale context ($M_{verschil} = .028$, $SE = .009$, 95% betrouwbaarheidsinterval = .011 - .045).

Wanneer inhibitie als covariaat wordt toegevoegd in de analyse, wordt er geen significant hoofdeffect meer gevonden van de context op de prestaties van de verbale werkgeheugentaak $F(1,101) = 2.228$, $p = .139$, partial $\eta^2 = .022$. Er kan niet worden aangetoond dat de prestaties op het Apenspel in de individuele en de klassikale context van elkaar verschillen. Er is geen significant interactie-effect gevonden van context en inhibitie op de prestaties van de verbale werkgeheugentaak $F(1,101) = .070$, $p = .792$, partial $\eta^2 = .001$. Er is geen modererende invloed van inhibitie aangetoond op de context waarin het Apenspel wordt gemaakt.

De resultaten van de repeated measures ANOVA geven aan dat er een middelgroot significant verschil is tussen het maken van de visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak (Leeuwenspel) in de klas en in de individuele situatie, $F(1,94) = 8.824$, $p = .004$, partial $\eta^2 = .086$. Paarswijze vergelijking toont dat de prestaties op het Leeuwenspel in de individuele context significant hoger zijn dan de prestaties op het Leeuwenspel in de klassikale context ($M_{verschil} = .026$, $SE = .009$, 95% betrouwbaarheidsinterval = .009 - .044).

Wanneer inhibitie als covariaat wordt toegevoegd in de analyse, wordt er een klein tot middelgroot significant hoofdeffect gevonden voor de context waarin de visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak is gemaakt $F(1,93) = 4.398$, $p = .039$, partial $\eta^2 = .045$, waarbij de gemiddelden van de individuele setting hoger liggen dan die in de klassikale situatie ($M_{verschil} = .026$, $SE = .009$, 95% betrouwbaarheidsinterval = .009 - .044). Er is geen significant interactie-effect gevonden tussen de visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak en inhibitie $F(1,93) = .393$, $p = .532$, partial $\eta^2 = .004$. Er is geen modererende invloed van inhibitie aangetoond op de context waarin het Leeuwenspel wordt gemaakt.

Discussie

Het doel van deze studie was om te onderzoeken wat de invloed van inhibitie is op het werkgeheugen en welke rol context hierin speelt. De verwachting was dat er in een individuele situatie betere prestaties behaald worden op werkgeheugentaken, gezien afleidende factoren afwezig zijn. Ook was de verwachting dat inhibitie een modererend effect heeft, waarbij kinderen met een zwakkere inhibitie meer verschil laten zien in hun prestaties op de verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Kinderen met een zwakke inhibitie worden verwacht slechter te presteren in de klas dan in een stille situatie. De resultaten laten zien dat leerlingen beter presteren op de werkgeheugentaken wanneer deze worden

afgenomen in een individuele, stille situatie dan wanneer deze in de klas worden afgenomen. Er is geen modererend effect van inhibitie op werkgeheugenprestaties in de twee contexten gevonden.

Er is gekeken of er een verschil te zien is tussen de contexten waarin de werkgeheugentaken gemaakt zijn en of inhibitie een modererende invloed heeft op de uitkomst van deze taken. Er is nog weinig onderzoek verricht naar de invloed van inhibitie op het functioneren van het werkgeheugen in verschillende contexten. In dit onderzoek hebben leerlingen uit de bovenbouw van de basisschool een verbale en een visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak gemaakt in een klassikale en een individuele situatie en een inhibitietaak gedaan. De resultaten tonen aan dat leerlingen beter presteren op verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken wanneer deze afgenomen worden in een individuele, stille situatie dan wanneer deze afgenomen worden in een klassikale situatie. Dit is consistent met de verwachtingen die aan de hand van de literatuur zijn opgesteld, aangezien er in de klas meer factoren zijn die voor afleiding kunnen zorgen (Rickman, 2001; Shield & Dockrell, 2008). Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat leerlingen meer moeite hebben om hun werkgeheugen effectief te gebruiken wanneer zij in een klassikale situatie aan het werk zijn dan wanneer zij in een individuele, stille situatie aan het werk zijn. Dit is in lijn met de verwachting dat het werkgeheugen negatief beïnvloed wordt in een omgeving met geluid (Sullivan et al., 2015). Een andere veroorzaker van het minder goed presteren kan de visuele afleiding in de omgeving zijn, wat invloed heeft op prestaties van auditieve taken (Guerreiro & van Gerven, 2011). Kinderen hebben hierdoor mogelijk meer last van hun leerproblemen in de klas dan in een situatie waarin zij alleen zijn en de omgeving stil en niet visueel storend is. Leerkrachten kunnen hierop inspelen door in hun klas meer rust te creëren voor de leerlingen, waardoor zij hun werkgeheugen optimaal kunnen gebruiken. Verder zou dit in onderzoek naar leerproblemen bij kinderen kunnen leiden tot hogere testcores, gezien dit vaak in een individuele setting met weinig stimuli wordt afgenomen. Leerlingen presteren daardoor op school mogelijk lager dan het onderzoek heeft aangeduid.

Wanneer er wordt gekeken of het effect van context groter is wanneer de inhibitievaardigheden van leerlingen zwakker zijn, dan blijkt dit niet aan de orde. Leerlingen die meer moeite hebben om hun impulsen te beheersen en hun concentratie te behouden, hebben niet meer last van de context dan leerlingen die deze inhibitieproblemen niet ervaren. Dit is tegengesteld aan de opgestelde verwachtingen, waarbij voorspeld was dat een zwakke inhibitie zou leiden tot een groter verschil tussen de klassikale en individuele situatie omdat er meer moeite zou zijn de afleidingen buiten te sluiten (Adams et al., 2009; Friedman et al.,

2007; Rickman, 2001; Zentall & Shaw, 1980). Een mogelijke verklaring voor het niet vinden van een modererende rol van inhibitie, is dat de verschillen tussen de inhibitie van de leerlingen niet groot genoeg waren. Er is nu alleen gekeken naar de inhibitie in de individuele situatie. Een aanbeveling voor toekomstig onderzoek is dat er ook gekeken wordt naar de inhibitie van de leerlingen in de klas, zodat deze scores met elkaar vergeleken kunnen worden. Daarnaast zou er gedacht kunnen worden aan het meten van inhibitie met een andere 'Go/ no-go' taak, een andere inhibitietaak zoals de Strooptaak (Stroop, 1935) of het gebruik van vragenlijsten, zoals de Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF; Smidts & Huizinga, 2009). Bij de Strooptaak worden woorden die de betekenis van een kleur, maar geschreven zijn in een andere kleur hardop gelezen. Hierbij wordt het inhiberen van een verbale reactie gemeten in plaats het inhiberen van een beweging. Bij de BRIEF wordt gebruik gemaakt van de rapportages van ouders, leerkrachten en het kind zelf van de inhibitie, welke een weergave kunnen geven van een periode in plaats van één momentopname. Hierbij moet wel de subjectiviteit van dit meetinstrument in beschouwing genomen worden. In vervolgonderzoek kan dezelfde onderzoeksvraag gesteld worden met een jongere groep participanten, de leerlingen in de onderbouw van de basisschool. In eerder onderzoek zijn er bevindingen gedaan die er op wijzen dat de uiting van executieve functies zicht ontwikkelt over de jaren (Senn, Espy, & Kaufmann, 2004). Bij oudere kinderen is de relatie tussen inhibitie en werkgeheugen mogelijk minder sterk dan bij jongere kinderen. Door de jonge groep en de groep uit het huidige onderzoek met elkaar te vergelijken kan gekeken worden of er een ontwikkeling te zien is in de mate waarop inhibitie de context beïnvloedt.

Een sterk punt van dit onderzoek is dat de werkgeheugentaken een hoge betrouwbaarheid en hoge interne consistentie bevatten (The Monkey Game; Van de Weijer-Bersma et al., 2015a; The Lion Game; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015b). Daardoor is er een goed onderscheid in de metingen van het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen, die allebei belangrijke onderdelen voor schoolse ontwikkeling meten. Verder is er eerder nog geen onderzoek gedaan naar inhibitie als modererende invloed op het werkgeheugen, waarbij gebruik gemaakt wordt van het Apenspel en het Leeuwenspel. Een beperking van dit onderzoek is dat de participantengroep kleiner is uitgevallen dan beoogd, wat mogelijk een kleine invloed heeft gehad op de normaalverdeling in de data. Dit is echter geen grote beperking. Verder is er bij een aantal afnamen van de werkgeheugentaken een technische storing geweest, waardoor niet elke afname gebruikt kon worden in het onderzoek. Hierdoor waren er minder gegevens beschikbaar. Er is door het toewijzen van de participanten aan twee condities, waarbij één groep leerlingen eerst de werkgeheugentaken in een klassikale setting

en de andere groep leerlingen eerst de werkgeheugentaken in een individuele setting heeft gemaakt, zo veel mogelijk gecontroleerd op volgorde effecten. Er kan echter in vervolgonderzoek getoetst worden of dit voldoende is geweest om het volgorde effect te controleren. Daarnaast kan er in vervolgonderzoek getoetst worden of er sprake is van een leereffect en hoeveel tijd er tussen de afnamen van de werkgeheugentaken moet zitten om dit leereffect geheel te reduceren. Bij toekomstig onderzoek kan daarnaast gedacht worden om te onderzoeken of de andere executieve functies, *updating* en *shifting*, een modererend effect hebben op de context van de werkgeheugentaken. De verschillende executieve functies en de verbanden die zij met elkaar hebben kunnen dan beter in beeld gebracht worden.

In conclusie laat dit onderzoek zien dat leerlingen in de bovenbouw van de basisschool in een individuele situatie beter presteren op verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken dan in een klassikale situatie. Er is echter geen modererende rol van inhibitie op het verbale en het visueel-ruimtelijke werkgeheugen. Kinderen hebben meer baat bij het maken van een taak in een stille omgeving zonder afleiding. De mate van inhibitie heeft geen invloed op de context waarin de werkgeheugentaken zijn gemaakt. Vanuit de literatuur zijn andere verwachtingen opgesteld, waarbij een zwakkere inhibitie zou leiden tot een groter verschil tussen de klassikale en individuele omgeving. Mogelijke verklaringen zijn te vinden in de wijze en de hoedanigheid van het meten van de inhibitie. Voor toekomstig onderzoek zijn er verscheidene mogelijkheden om het huidige onderzoek uit te breiden en te verbeteren.

Literatuur

- Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K., & Rizzo, A. S. (2009). Distractibility in Attention/Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): The virtual reality classroom. *Child Neuropsychology*, *15*, 120-135. doi:10.1080/09297040802169077
- Alloway, T. P., & Gathercole, S. E. (Ed.). (2006). *Working memory and neurodevelopmental disorders*. New York: Psychology Press.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A. M., Willis, C., Eaglen, R., & Lamont, E. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, *23*, 417-426. doi:10.1348/026151005X26804
- American Psychiatric Association (2013). DSM 5: American Psychiatric Association
- Aronen, E. T., Vuontela, V., Steenari, M. R., Salmi, J., & Carlson, S. (2005). Working memory, psychiatric symptoms, and academic performance at school. *Neurobiology of Learning and Memory*, *83*, 33-42. doi:10.1016/j.nlm.2004.06.010
- 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
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, *20*, 136-140. doi:10.1016/j.cub.2009.12.014
- Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, *49*, 1393-1400. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.042
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, *8*, 47-89. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1

- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*, 273-293. doi:10.1207/S15326942DN1903_3
- Cowan, N. (2001). Metatheory of storage capacity limits. *Behavioral and Brain Sciences, 24*, 154-176. doi:10.1017/S0140525X0161392X
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 465–486. doi:10.1207/s15326942dn2601_6
- Friedman, N. P., Haberstick, B. C., Willcutt, E. G., Miyake, A., Young, S. E., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2007). Greater attention problems during childhood predict poorer executive functioning in late adolescence. *Psychological Science, 18*, 893-900. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01997.x
- Friso-van den Bos, I., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (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., Lamont, E. , & Alloway, T. P. (2006). Working memory in the classroom. *Working Memory and Education, 219-240*. doi:10.1016/B978-012554465-8/50010-7
- Guerreiro, M. J., & Van Gerven, P. W. (2011). Now you see it, now you don't: evidence for age-dependent and age-independent cross-modal distraction. *Psychology and Aging, 26*, 415-426. doi:10.1037/a0021507
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 193–225). San Diego, CA: Academic Press

- Jarvis, H. L., & Gathercole, S. E. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology, 20*, 123-140.
Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/250928054>
- Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory deficit theory: Recent developments in a “new view”. In D.S. Gorfein, & C.M. Macleod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 145-162). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- 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*, 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin, 126*, 220-246. doi:10.1037//0033-2909.126.2.220
- Richardson, J. T. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review, 6*, 135-147.
doi:10.1016/j.edurev.2010.12.001
- Rickman, D. L. (2001). *The effect of classroom-based distraction on continuous performance test scores of ADHD and non-ADHD children* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://psycnet.apa.org.proxy.library.uu.nl/record/2001-95008-057>
- Salame, P., & Baddeley, A. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Memory and Language, 21*, 150-164. doi:10.1016/S0022-5371(82)90521-7

- Seigneuric, A., Ehrlich, M. F., Oakhill, J. V., & Yuill, N. M. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading and Writing, 13*, 81-103. doi:10.1023/A:1008088230941
- Senn, T. E., Espy, K. A., & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 445-464. doi:10.1207/s15326942dn2601_5
- Shield, B. M., & Dockrell, J. E. (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. *The Journal of the Acoustical Society of America, 123*, 133-144. doi:10.1121/1.2812596
- Smidts, D., & Huizinga, M. (2009). BRIEF executieve functies gedragsvragenlijst: Handleiding.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745-759. doi:10.1080/17470210500162854
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology, 18*, 643-662. doi:10.1037/h0054651
- 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*, 1043-1051. doi:10.1044/2015_JSLHR-H-14-0204
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Jolani, S., & Van Luit, J. E. (2015a). The Monkey game: A computerized verbal working memory task for self-reliant administration in primary school children. *Behavior Research Methods, 48*, 1-16. doi:10.3758/s13428-015-0607-y

Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Prast, E. J., & Van Luit, J. E. (2015b).

Validity and reliability of an online visual–spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavior Research Methods*, *47*, 708-719. doi:10.3758/s13428-014-0469-8

De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Behavioral inhibition in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, *34*, 1998-2007.

doi:10.1016/j.ridd.2013.09.020

Zentall, S. S., & Shaw, J. H. (1980). Effects of classroom noise on performance and activity of second-grade hyperactive and control children. *Journal of Educational Psychology*, *72*, 830-840. doi:10.1037/0022-0663.72.6.830