

# MASTERSCRIPTIE

**De invloed van één uur slaapvermindering gedurende drie opeenvolgende dagen op het functioneren van het werkgeheugen bij kinderen van acht tot en met elf jaar oud.**

**Naam:** Suzanne Korenstra

**Studentnummer:** 0746142

**Inleverdatum:** 10 april 2012

**Scriptiebegeleider:** dr. K.B. van der Heijden

**Differentiatie:** Neuropedagogiek

Universiteit Leiden

Education and Child Studies: Clinical Child and Adolescent Studies

# **De invloed van één uur slaapvermindering gedurende drie opeenvolgende dagen op het functioneren van het werkgeheugen bij kinderen van acht tot en met elf jaar oud.**

*S. Korenstra, Universiteit Leiden*

## ***Samenvatting***

Het doel van deze studie was om de relatie te onderzoeken tussen slaapbeperking en het functioneren van het werkgeheugen bij kinderen. De onderzoeksgroep bestond uit 55 kinderen van acht tot en met elf jaar oud. Om het functioneren van het werkgeheugen te meten werd gebruik gemaakt van de test Cijferreeksen. De slaapduur is experimenteel gemanipuleerd door de kinderen gedurende drie dagen één uur eerder naar bed te laten gaan. Door middel van een logboek is de slaapduur berekend. De onderzoeksgroep is verdeeld in een groep waarbij de slaapduur met minimaal dertig minuten is beperkt (SB) en een groep waarbij de slaapduur niet voldoende is veranderd (GV). Allereerst was er geen significante relatie tussen de slaapduur en de prestatie op Cijferreeksen. Wel zorgde de kortere slaapduur voor een verminderd uitgeslapen gevoel in de SB groep. Daarnaast blijkt er een geringe samenhang in de gehele groep tussen de mate waarin de slaapbeperking is gelukt en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen. Dit verband valt weg wanneer de groep wordt onderverdeeld in SB en GV. Geconcludeerd kan worden dat er geen aantoonbaar effect is van de kortere slaapduur op het werkgeheugen.

## **Introductie**

In de hedendaagse maatschappij wordt er steeds minder geslapen. Dit komt onder andere doordat er steeds meer van ons wordt gevraagd en er vele soorten afleidingen zijn, zoals de televisie en het internet. Ook worden de reistijden naar het werk groter en er worden meer uren gewerkt (Tucker, Whitney, Belenky, Hinson & Van Doingen, 2009). Hierdoor kan men tijd tekort komen op een dag. Ten koste van een paar uur slaap, wordt er nog even doorgewerkt of iets leuks gedaan (Curcio, Ferrara & De Gennaro, 2006). De slaapduur wordt op deze manier ingekort. Voor een gezonde ontwikkeling van kinderen is het noodzakelijk dat ze voldoende uur per nacht slapen (Dahl, 1996). Een kortere slaapduur kent namelijk verschillende invloeden.

Fallone, Owens en Deane (2002) noemen slaperigheid bij kinderen en adolescenten een groot maatschappelijk probleem. Er is onderzoek waarin naar voren komt dat een korte slaapduur verband houdt met obesitas en overgewicht bij jongvolwassenen (Hasler et al.,

2004). In onderzoek van Paavonen et al. (2009) wordt besproken dat een kortere slaapduur het risico verhoogt voor gedragssymptomen van de stoornis Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). In het onderzoek van Goel, Rao, Durmer en Dinges (2009) komt naar voren dat te weinig slaap zorgt voor een verhoogd risico op ongelukken die te wijten zijn aan menselijke fouten. Minder slaap zorgt ook voor slaperigheid en beperkingen in neuro-cognitieve en psychomotorische prestaties (Curcio, Ferraro & De Gennaro, 2006).

Zoals hierboven wordt beschreven, heeft een kortere slaapduur verschillende invloeden. Tijdens een nacht slaap vinden er processen plaats in het brein en lichaam. Curcio et al. (2006) noemen verschillende functies van slaap. Allereerst vindt tijdens een nacht slapen herstel en groei plaats. Daarnaast wordt de informatie die overdag is geleerd, vanuit het korte termijngeheugen vastgezet in het lange termijngeheugen. Verschillende onderzoeken laten zien dat leer- en geheugenprocessen worden ondersteund door slaap (Curcio et al., 2006; Steenari, Vuontela, Paavonen, Carlson, Fjällberg & Aronen, 2003; Walker & Stickgold, 2006).

Goel et al. (2009) bespreken in hun artikel dat slaap invloed heeft op stemming, cognitieve prestaties en motorische functies. De cognitieve functies die negatief beïnvloed worden door minder slaap zijn cognitieve snelheid, vigilantie (vastgehouden aandacht), executieve aandacht, werkgeheugen en hogere cognitieve vaardigheden. Voldoende slaap lijkt essentieel om bepaalde aspecten van het geheugen goed te laten functioneren.

Het leren van nieuwe informatie en het ophalen van herinneringen maken deel uit van ons dagelijks leven. Met behulp van het geheugen kunnen we nieuwe dingen leren en hebben we toegang tot het verleden (Swaab, 2010). Het geheugen speelt een belangrijke rol in de ontwikkeling van een kind. Het geheugen zorgt ervoor dat informatie wordt onthouden, hierbij kan het gaan om tekst, plaatjes, muziek en geuren, maar ook procedures en handelingen (Thompson & Madigan, 2007). Deze informatie wordt opgeslagen en vastgehouden in het geheugen en kan worden teruggezocht.

Het geheugen bestaat onder andere uit het korte termijngeheugen en het lange termijngeheugen (Nadel & Hardt, 2011). Informatie komt via het zintuiglijk geheugen in het korte termijngeheugen terecht, waar een ruwe selectie van de informatie wordt gemaakt. Informatie die moet worden onthouden, wordt doorgestuurd naar het lange termijngeheugen door middel van bijvoorbeeld herhaling. De overgebleven informatie wordt 'vergeten' (Nadel & Hardt, 2011). Het korte termijngeheugen heeft een beperkte capaciteit en kan de informatie voor korte tijd vasthouden. Het lange termijngeheugen kent daarentegen geen limiet en is in staat om de informatie voor langere tijd vast te houden.

Ook het werkgeheugen is onderdeel van het geheugensysteem. Hier is de informatie, net als in het korte termijngeheugen, voor korte tijd aanwezig. Waar het korte termijngeheugen de taak heeft om de informatie vast te houden, is het werkgeheugen bezig met het manipuleren van informatie (Nadel & Hardt, 2011). Het werkgeheugen kan een kleine hoeveelheid informatie tegelijkertijd verwerken. Er worden bijvoorbeeld verbanden gelegd tussen oude en nieuwe herinneringen of de informatie wordt bewerkt.

Er zijn verschillende hersengebieden die onderdeel uitmaken van het geheugen. Bij het werkgeheugen zijn dit onder andere de prefrontale cortex en de basale ganglia. In onderzoek van Baier, Karnath, Dieterich, Birklein, Heinze en Muller (2010) komt naar voren dat de prefrontale cortex ervoor zorgt dat er meerdere items tegelijk actief vastgehouden en gemanipuleerd kunnen worden. Hierbij werken de basale ganglia als filter, deze selecteren informatie en zorgen ervoor dat de relevante informatie wordt gebruikt. De hippocampus speelt een belangrijke rol bij de consolidatie van nieuwe herinneringen (Nadel & Hardt, 2011). Dit proces houdt in dat een herinnering vanuit het korte termijngeheugen in het lange termijngeheugen terecht komt. De nieuwe herinneringen worden in de hippocampus verwerkt, daarna komen ze voor de lange termijn in de hersenschors terecht. Herinneringen met sterke emotionele associaties worden door de amygdala verwerkt. De amygdala zorgt indirect voor vrijlating van bepaalde hormonen, waardoor de herinnering een versterkte emotionele lading krijgt. Deze herinneringen worden vaak gemakkelijker onthouden (McGaugh, 2000).

Verschillende factoren zijn van invloed op het geheugen. Geneesmiddelen, alcohol, voeding, lichaamsbeweging en intelligentie hebben allemaal een effect op het geheugen (Thompson & Madigan, 2007). Ook slaap lijkt een bepaalde invloed te hebben op cognitieve processen. Onderzoek toont aan dat men na één nacht slaapdeprivatie meer moeite heeft taken die monotoon zijn, lang duren en aandacht vragen (Nilsson et al., 2005). In dit onderzoek van Nilsson et al. (2005) komt naar voren dat slaapdeprivatie zorgt voor een verminderd executief functioneren, maar dat subsystemen van het werkgeheugen en de psychomotorische vigilantie niet worden beïnvloed. In dit onderzoek werden de slechtere prestaties op taken met betrekking tot executieve functies gewijd aan de prefrontale cortex. De prefrontale cortex zou negatief beïnvloed worden door te weinig slaap. Aangezien het executieve functioneren voor een groot deel afhankelijk is van de activiteit van de prefrontale cortex, kan dat een verklaring bieden voor bevindingen dat weinig slaap geassocieerd is met een verminderd executief functioneren.

Eerder onderzoek heeft aangetoond dat er een verband bestaat tussen geheugen en slaapduur. Dit verband kan twee kanten op werken. Allereerst heeft de slaapduur vooraf een

bepaalde invloed op de werking van het geheugen. Als er weinig wordt geslapen, verloopt het encoderen van nieuwe informatie minder goed (Walker & Stickgold, 2006). In onderzoek van Yoo, Hu, Gojar, Jolesz en Walker (2007) wordt beschreven dat het brein, door te slapen, wordt voorbereid om de volgende dag nieuwe herinneringen te vormen. Eén nacht slaapdeprivatie zorgt voor een vermindering van de activiteit in de hippocampus tijdens het encoderen van episodische herinneringen. Door deze verminderde activiteit kunnen nieuwe herinneringen minder goed worden vastgehouden (Yoo et al., 2007).

Andersom heeft het slapen achteraf ook een bepaalde invloed op het geheugen. Wanneer er weinig wordt geslapen nadat er nieuwe herinneringen zijn gevormd, verloopt de consolidatie van deze herinneringen minder goed (Yoo et al., 2007). Bij de consolidatie worden de herinneringen vanuit het korte termijngeheugen opgeslagen in het lange termijngeheugen.

Onderzoeken naar de relatie tussen de slaapduur en het geheugen zijn voornamelijk uitgevoerd bij volwassenen, bij kinderen is er minder onderzoek gedaan naar deze relatie. Steenari et al. (2003) hebben als één van de eersten de invloed van slaap op het werkgeheugen bij kinderen van zes tot dertien jaar onderzocht. Zij vonden dat een lagere slaapkwaliteit en kortere slaaphoeveelheid van invloed waren op prestaties bij werkgeheugentaken. De slaaphoeveelheid bestond uit de slaapduur in minuten. De slaapkwaliteit bestond uit de slaapefficiëntie en de slaaplatentie. De slaapefficiëntie werd berekend door de daadwerkelijke slaap en lichte slaap bij elkaar op te tellen en dit getal te delen door de totale tijd die in bed werd gelegen. De slaaplatentie werd berekend door te meten hoe lang het duurde voordat een kind in slaap viel, dus het verschil tussen wanneer het licht uit ging en wanneer het kind een slaapfase in ging. De metingen van dit onderzoek werden verricht met behulp van actigrafie, dit zijn activiteitsmeters die kinderen dag en nacht dragen. De conclusie van dit onderzoek is dat prestaties op het gebied van werkgeheugen meer samenhangen met slaapkwaliteit, dan met slaaphoeveelheid (Steenari et al., 2003).

In een andere studie werd gekeken naar de relatie tussen slaapkwaliteit en cognitieve prestaties bij kinderen van acht jaar oud. Een kortere slaapduur en slechtere slaapkwaliteit toonden een geringe samenhang met minder goede prestaties op cognitieve taken (Paavonen et al., 2010). In deze studie werd geen relatie gevonden tussen slaapduur- en kwaliteit en het geheugen. Dit is tegengesteld aan het onderzoek van Steenari et al. (2003). Waarschijnlijk komen de studies niet overeen omdat er naar andere aspecten van het geheugen is gekeken. Steenari et al. (2003) hebben zich gericht op het werkgeheugen, waar het korte termijngeheugen veel mee te maken heeft. Daarentegen hebben Paavonen et al. (2010)

gekeken naar het declaratief geheugen, waar naast het korte termijngeheugen tevens het lange termijngeheugen een grote rol speelt. Deze twee studies laten zien dat slaap van invloed is op bepaalde aspecten van het geheugen. Waar het korte termijngeheugen (o.a. werkgeheugen) direct beïnvloed wordt door minder slaap, is de relatie van slaap met het lange termijngeheugen moeilijker te meten. Hiervoor moeten er dingen worden geleerd en een aantal dagen later worden gekeken of diegene het nog weet.

Gruber, Laviolette, Deluca, Monson, Cornish & Carrier (2010) onderzochten of de slaapduur bij kinderen samenhangt met prestaties op school. De onderzoeksgroep bestond uit gezonde schoolkinderen van zeven tot elf jaar oud. De resultaten waren dat een langere gebruikelijke slaapduur samenhangt met betere prestaties op taken die perceptueel redeneren en een hoger intelligentiequotiënt vereisen (gemeten door WISC-IV). Er werd geen relatie gevonden tussen de afzonderlijke WISC-IV subtests met als meetpretentie werkgeheugen en verwerkingssnelheid. Hieruit concludeerden Gruber et al. (2010) dat er bij gezonde kinderen specifieke relaties bestaan tussen slaapduur en cognitief functioneren.

De onderzoeken die tot nu toe bij kinderen zijn uitgevoerd, zijn vaak associatiestudies en niet experimenteel. Sadeh, Gruber & Raviv (2003) hebben als één van de weinigen een experiment opgezet waarbij de slaapduur van kinderen experimenteel gemanipuleerd werd. Zij bekeken de invloed van slaapbeperking en slaapverlenging op het neuropsychologisch functioneren van kinderen. Allereerst gingen de kinderen twee dagen op hun normale bedtijd slapen, daarna werd hun neuropsychologisch functioneren gemeten. Na deze twee dagen werd de slaapduur van de kinderen gemanipuleerd door de kinderen een uur eerder of later naar bed te laten gaan. Deze manipulatie duurde drie dagen en daarna werd opnieuw het neuropsychologisch functioneren van de kinderen gemeten. De conclusie van dit onderzoek is dat slaapbeperking zorgt voor een hogere slaapkwaliteit, maar dat er de volgende dag sprake is van een verminderde alertheid. In vergelijking met slaapbeperking of geen verandering in slaapduur bleek slaapverlenging te zorgen voor een verbeterde geheugenfunctie. Uit dit onderzoek blijkt dat slaap invloed heeft op het neuropsychologisch functioneren van kinderen (Sadeh et al., 2003).

De slaapduur van kinderen is tegenwoordig steeds korter. In een longitudinaal onderzoek van Iglowstein, Jenni, Molinari en Largo (2003) is de slaapduur van kinderen en adolescenten onderzocht. Het onderzoek liep van 1974 tot 1993. In het onderzoek wordt gesproken over een cohorteffect. De kinderen van een latere generatie (jaren '90) bleken later naar bed te gaan in vergelijking met de generatie uit de jaren '70. Hoewel de kinderen uit de latere generatie later naar bed gingen, stonden ze nog wel op dezelfde tijd op. Hierdoor wordt

de slaapduur steeds korter. Het is daarom belangrijk dat de effecten van slaapduur op cognitieve functies nader onderzocht worden. Zoals hierboven naar voren komt, is de relatie tussen slaap en geheugen nog niet helemaal duidelijk. In dit onderzoek wordt er gekeken naar één van de cognitieve functies, namelijk het (werk)geheugen.

### ***Onderzoeksvraag***

In dit onderzoek wordt er gekeken naar de relatie tussen slaap en het geheugen. Er wordt geprobeerd om de volgende hoofdvraag te beantwoorden: *‘Wat is de invloed van één uur slaapvermindering gedurende drie opeenvolgende dagen op het functioneren van het werkgeheugen bij kinderen van acht tot en met elf jaar oud?’*. De hypothese hierbij is dat een kortere slaapduur samenhangt met een minder goed functionerend werkgeheugen.

De volgende drie onderzoeksvragen worden beantwoord:

- a) *Is er bij de experimentele conditie een minder uitgeslapen gevoel in de ochtend ten opzichte van de baseline conditie?*

Hierbij is de hypothese gesteld dat de kinderen in de experimentele conditie een minder uitgeslapen gevoel hebben dan in de baseline conditie.

- b) *Hangt de mate waarin de slaapbeperking is gelukt samen met de mate waarin slaperigheid is toegenomen?*

Hierbij is de hypothese gesteld dat hoe minder uren de kinderen geslapen hebben, hoe slaperiger zij zich overdag voelen.

- c) *Hangt het effect van slaapduurbeperving op werkgeheugenprestaties samen met de mate waarin slaperigheid is toegenomen?*

Hierbij is de hypothese gesteld dat hoe meer slaperig het kind zich overdag voelt, hoe groter het effect van de slaapduurbeperving is op de werkgeheugenprestaties.

In dit onderzoek is geprobeerd om de slaapduur van kinderen experimenteel te manipuleren door de kinderen een uur eerder of later naar bed te laten gaan. Er wordt nagegaan of er daadwerkelijk vermindering van de slaapduur heeft plaatsgevonden. Door middel van een logboek dat ouders hebben ingevuld, wordt er gekeken in hoeverre de kinderen daadwerkelijk minder hebben geslapen. De hypothese is dat het bij een meerderheid van de kinderen lukt om hun slaap met minimaal dertig minuten te beperken.

## **Methode**

### ***Onderzoeksgroep***

Er is gebruik gemaakt van een onderzoeksgroep van 57 kinderen met een gemiddelde leeftijd van 9.9 jaar, oftewel 118.8 maanden ( $SD = 9.6$  maanden). De kinderen zijn benaderd via hun basisschool en er was toestemming nodig van ouders voor deelname aan het onderzoek.

Inclusiecriteria waren dat de kinderen in groep vijf, zes of zeven van de basisschool zaten en de leeftijd hadden van acht tot en met elf jaar. Kinderen van twaalf jaar en ouder mochten niet meedoen, omdat er bij kinderen in de adolescentieleeftijd (twaalf tot achttien jaar) een verschuiving plaatsvindt van het biologische klokrilme (Laberge, Petit, Simard, Vitaro, Tremblay & Montplaisir, 2001). Dit verschuift naar een later tijdstip en kan het slaap-waakritme doen veranderen. De exclusiecriteria waren dat de kinderen geen gescheiden ouders hadden, aangezien er dan sprake zou zijn van verschillende gezinssystemen en slaap-tijden gedurende de onderzoeksfase. Andere exclusiecriteria waren kinderen met psychopathologie boven klinisch niveau en kinderen met slaapproblemen. Deze exclusiecriteria zijn gemeten door middel van de CBCL (Child Behaviour Check List), welke is ingevuld door de ouders.

De kinderen in de onderzoeksgroep zaten op tien verschillende reguliere basisscholen (groep vijf, zes of zeven), waarbij zes scholen zich bevonden in Zuid-Holland, drie in Noord-Brabant en één in Noord-Holland. De onderzoeksgroep bestaat uit 21 jongens ( $M = 119.0$  maanden,  $SD = 9.6$  maanden) en 36 meisjes ( $M = 118.6$  maanden,  $SD = 9.6$  maanden).

Voor dit onderzoek zijn in totaal vijftig scholen benaderd, uiteindelijk zijn er tien scholen bereid geweest om deel te nemen. Welke groepen er zijn benaderd, verschilde per school en is afgewisseld over de studentonderzoekers. In totaal zijn er ongeveer 500 kinderen benaderd, waarna er toestemming is verkregen bij 57 kinderen.

De kinderen kregen aan het eind van het onderzoek een slaapdiploma. Hierop stond dat de kinderen hadden aangetoond een waardig te slaper te zijn.

### ***Meetinstrumenten***

Om te kijken naar het (werk)geheugen van de kinderen, is er gebruik gemaakt van de subtest Cijferreeksen van de 'Wechsler Intelligence Scale for Children – III – NL' (WISC-III-NL) (Kort, Schittekatte, Bosmans, Compaan, Dekker & Vermeer, 2005). De Voorwaartse versie van Cijferreeksen meet het auditieve korte termijngeheugen. Er wordt een reeks cijfers



opgelezen door de studentonderzoeker en daarna wordt het kind gevraagd om de cijfers te herhalen in dezelfde volgorde. Er wordt begonnen met het nazeggen van een reeks van twee cijfers. Het aantal cijfers in een reeks kan oplopen tot negen cijfers. Per aantal cijfers worden er twee opgaven gegeven. Als het kind twee opgaven van een aantal cijfers fout heeft, wordt er gestopt. Voor elke opgave die het kind goed heeft, krijgt het een punt. De minimale score is nul, dit is als een kind geen enkele opgave goed herhaalt. De maximale score is achttien, hierbij heeft het kind alle opgaven goed herhaald. Bij de Achterwaartse versie moet het kind de cijfers in omgekeerde volgorde herhalen. Bij deze versie kan het aantal cijfers in een reeks oplopen tot acht. Bij de Achterwaartse versie wordt het werk-geheugen van de kinderen getest. De minimale score bij deze versie is nul, de maximale score is zestien. Omdat de kinderen in dit onderzoek drie weken achter elkaar zijn getest, is er gebruik gemaakt van parallelversies van de subtest Cijferreeksen (Voorwaarts en Achter-waarts). De parallelversies zijn gegenereerd met een random sequence generator. Hierbij zijn makkelijke volgordes aangepast (bijvoorbeeld 7-8-9). Ook zijn er aanpassingen gemaakt als er twee dezelfde cijfers achter elkaar stonden. De split-half betrouwbaarheid van de subtest Cijferreeksen is goed, namelijk .87.

Alle kinderen hebben een logboek en verschillende vragenlijsten meegekregen. Via een briefje werd aan hun ouders gevraagd om het logboek bij te houden en de vragenlijsten in te vullen. In het logboek werden de gegevens ingevuld over de slaap van de kinderen. Gedurende tweeëntwintig dagen en nachten moesten de ouders elke dag de items bijhouden die te zien zijn in Figuur 1.

**DAG 2** Datum: .....

**Bij het opstaan**  
 Ontwaaktijd: ..... Gewekt: Ja/Nee

Zijn/haar slaap was onrustig rustig  
 -- - 0 + ++

Zijn/haar slaap was kort lang  
 -- - 0 + ++

Uitgeslapen gevoel niet wel  
 -- - 0 + ++

Stemming slecht goed  
 -- - 0 + ++

Opmerkingen:

**Vervolg dag 2:**

**Bij het naar bed gaan**  
 Licht-uit: ..... (uur : minuten)  
 In slaap gevallen na ..... min

Moette met inslapen weinig veel  
 -- - 0 + ++

**Het slapen**  
 Ik herinner me dat mijn kind ..... keer is ontwaakt. Voorzover ik nog weet zijn dat de volgende:

| Tijd  | Duur      | Oorzaak |
|-------|-----------|---------|
| ..... | ..... min |         |
| ..... | ..... min |         |
| ..... | ..... min |         |
| ..... | ..... min |         |

Figuur 1. Voorbeeld van een dag uit het Slaapdagboek

### ***Procedure***

Allereerst zijn de scholen telefonisch benaderd. Via een telefoongesprek werd er kort uitgelegd wat het onderzoek precies inhield en werd gevraagd of de school eventueel interesse had in deelname. Als dit het geval was, werd er een brief met meer informatie verstuurd. Naast de informatie, werd er ook een toestemmingsformulier meegestuurd. Hierop kon de school aangeven of er wel of niet werd deelgenomen aan het onderzoek.

Indien een school toestemming had gegeven om deel te nemen aan het onderzoek, zijn er daarna brieven of e-mails verstuurd naar de ouders om hen te informeren over het onderzoek. In deze brief (of e-mail) werd uitgelegd wat het onderzoek inhield, wat de belasting voor ouders en kind zou zijn en er zat een toestemmingsformulier bij. Hierop konden ouders aangeven of ze met hun kind wilden meewerken aan het onderzoek. Als ouders hun toestemming hadden gegeven, werd er contact met hen opgenomen en uitgelegd wat er ging gebeuren. Dit contact was telefonisch of per e-mail en er werd onder andere verteld hoe het slaaplogboek ingevuld moest worden en op welke dagen hun kind eerder of later naar bed moest.

### ***Onderzoeksprocedure***

De kinderen die deelnamen aan het onderzoek volgden gedurende drie weken een slaapschema. In de eerste week van het onderzoek werd aan de ouders gevraagd om hun kind op normale tijd naar bed te laten gaan. Deze week zou dan gelden als controleconditie, zodat de prestaties van de kinderen als ze minder of meer slapen, vergeleken kunnen worden met de prestaties bij hun normale slaapduur. In de tweede week van het onderzoek werd er aan de ouders gevraagd om hun kind een uur eerder of een uur later naar bed te laten gaan gedurende drie dagen. De helft van de kinderen ging in de tweede week een uur eerder naar bed, de andere helft ging in de tweede week een uur later naar bed. In de derde week is dit omgewisseld. Als de testdag van de kinderen op een donderdag viel, werd het slaapschema (een uur eerder of later naar bed) aangehouden op maandag, dinsdag en woensdag. Op deze manier werd de slaapduur van de kinderen gedurende drie dagen experimenteel gemanipuleerd. Er werd aan de ouders gevraagd om een logboek in te vullen waarin zij onder andere aan konden geven hoe laat hun kind naar bed ging, hoe laat het ging slapen, of het 's nachts wakker was geweest en hoe laat het kind opstond.

De kinderen werden getest op de basisschool van het kind. Het kind werd uit de klas gehaald en ging samen met de studentonderzoeker naar een aparte ruimte. Het kind nam plaats achter de laptop en de testen 'Ultimatum Game', 'Face Reliability' en Cijferreeksen

werden achtereenvolgens afgenomen. In totaal was het kind ongeveer twintig minuten bezig met de verschillende testen. De gevolgde procedure bij het afnemen van Cijferreeksen is opgesteld aan de hand van de handleiding van de WISC-III-NL. Er werd begonnen met het oplezen van de volgende zin: *‘Ik ga enkele cijfers opnoemen. Luister goed, want als ik klaar ben moet je ze nazeggen’*. Hierna werden de cijfers opgenoemd, deze werden voorgelezen met een snelheid van één cijfer per seconde. Bij het opnoemen van het laatste cijfer van de reeks, ging de toon van de stem van de studentonderzoeker iets naar beneden. Dit was om aan het kind aan te geven, dat dit het laatste cijfer van de reeks was. Bij de achterwaartse versie werd er eerst gekeken of het kind de instructie had begrepen. Er werd gevraagd: *‘Bijvoorbeeld als ik zeg 8-2, wat zeg je dan?’*. Als het kind een goed antwoord gaf, werd de test gestart. Als het kind een fout antwoord gaf, werd het antwoord gecorrigeerd en werd er nog een oefenopgave gegeven. Ongeacht of het antwoord op deze tweede oefenopgave goed of fout was, werd er gestart met de test.

Nadat de kinderen klaar waren, werden ze door de studentonderzoeker weer teruggebracht naar de klas. Deze testprocedure was gedurende drie weken hetzelfde. Er is zoveel mogelijk geprobeerd om dezelfde kinderen steeds op hetzelfde tijdstip te testen, zodat de verschillende condities goed met elkaar vergeleken kunnen worden.

Verder is er aan de ouders gevraagd om verschillende vragenlijsten in te vullen. Deze vragenlijsten hebben de kinderen meegekregen en er is aan de ouders gevraagd om ze ingevuld in te leveren bij de leerkracht van het kind.

### ***Analysemethoden***

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is er allereerst met behulp van een gepaarde t-toets gekeken of er een significant verschil is tussen de slaapduur in de baseline week en de beperking week. De onafhankelijke variabele hierbij is conditie (baseline/beperking), de afhankelijke variabele is de daadwerkelijke slaapduur van de kinderen. Daarna is er gekeken hoeveel procent van de kinderen meer dan dertig minuten minder heeft geslapen. Deze grenswaarde van dertig minuten is berekend met behulp van de Reliable Change Index. Het verschil tussen de basisconditie en de experimentele conditie (slaapvermindering) moet gelijk of groter dan 1,65 keer de Reliable Change Index om statistisch significant te zijn. Op deze manier is de kans dat het gevonden verschil op toeval berust kleiner dan vijf procent. Deze verandering is voor dit onderzoek berekend, waarbij gegevens over spreiding en correlatie zijn gebruikt uit eerder onderzoek van Van der Heijden (2010). Uit de berekeningen is gebleken dat de grenswaarde uitkomt op dertig minuten. Deze komt overeen met de

grenswaarde die in soortgelijk onderzoek is bepaald op basis van klinische argumenten (Sadeh et al., 2003).

Zo konden de kinderen in twee groepen verdeeld worden, namelijk één groep waarbij het gelukt is om de slaapduur experimenteel te manipuleren (Slaapbeperking; SB) en één groep waarbij er geen verandering in slaapduur heeft plaatsgevonden (geen verandering; GV). Bij sommige kinderen in de groep GV is het misschien wel gelukt om de slaapduur te beperken, maar was de verandering minder dan dertig minuten.

Om de invloed van de slaapduur op het geheugen te bekijken, is er bij de verschillende groepen met gepaarde t-toetsen gekeken of er verschil is in de score op Cijferreeksen. De onafhankelijke variabele hierbij is groep (SB/GV), de afhankelijke variabele hierbij is de score op cijferreeksen.

Om te kijken in welke conditie de proefpersonen een meer uitgeslapen gevoel hadden, zijn er gepaarde t-toetsen uitgevoerd. De onafhankelijke variabele hierbij was de conditie (baseline of beperking) en de afhankelijke variabele was het uitgeslapen gevoel. Het uitgeslapen gevoel is gemeten aan de hand van een item uit het slaaplogboek. Hier konden de ouders op een 5-puntsschaal (--, -, 0, +, ++) aangeven of de kinderen niet of wel uitgeslapen waren. Een score van -- betekende hierbij dat het kind zich niet uitgeslapen voelde. Hierna volgde de scores, -, 0, + en ++, waarbij ++ stond voor een goed uitgeslapen gevoel.

Om te kijken of de mate waarin de slaapbeperking is gelukt samenhangt met de mate waarin de slaperigheid is toegenomen zijn er correlaties berekend. Ook zijn er correlaties berekend om te kijken of het effect van de slaapduurbeperring op werkgeheugenprestaties samenhangt met de mate waarin de slaperigheid is toegenomen.

## **Resultaten**

### *Data inspectie*

In Tabel 1 zijn de belangrijkste gegevens te zien van de relevante variabelen voor dit onderzoek. De variabele Cijferreeksen is onderverdeeld in drie categorieën, namelijk Voorwaarts, Achterwaarts en Totaal. Verder is er een conditie waarin de kinderen op hun normale bedtijd naar bed gingen (Baseline) en de experimentele conditie waarin de kinderen een uur later naar bed gingen (Beperking). De slaapduur van de kinderen is berekend met behulp van een logboek dat de ouders van de kinderen hebben ingevuld.

De data inspectie is uitgevoerd over de gehele onderzoeksgroep. Eén kind is niet meegenomen in de analyses, aangezien er teveel gegevens missen vanwege ziekte vanaf de tweede week van het onderzoek. De onderzoeksgroep bestaat hierdoor uit 56 kinderen.

#### 1. Missende waarden

Voor de variabele Cijferreeksen zijn er geen missende waarden voor de twee weken waarin deze test is gemaakt (baseline/beperking). Bij 51 kinderen is het logboek ingevuld en kan de slaapduur worden berekend. Bij zes kinderen mist het logboek en kan niet worden berekend hoeveel uur de kinderen hebben geslapen en of de slaapbeperking is geslaagd.

Voor de variabelen uitgeslapen\_baseline en uitgeslapen\_beperking zijn er ook zes missende waarden, aangezien deze variabelen uit het logboek komen.

#### 2. Uitbijters

Bij de variabele cijferreeksen\_baseline zijn er twee positieve uitbijters. Deze vallen binnen het interval van drie standaarddeviaties van het gemiddelde, waardoor de waarden worden meegenomen in de analyses. Bij de variabele cijferreeksen\_beperking zijn er drie positieve uitbijters. Eén daarvan valt binnen het interval van drie SD, de andere twee vallen erbuiten, waardoor ze niet worden meegenomen in de analyses.

De variabele uitgeslapen\_baseline is er één negatieve uitbijter. Deze valt buiten het interval van drie SD, waardoor deze proefpersoon niet wordt meegenomen in deze analyse.

#### 3. Normaliteit

De normaliteit is geanalyseerd aan de hand van de skewness en de kurtosis. Als de gestandaardiseerde skewness (of kurtosis) tussen de -2 en 2 ligt, wordt een variabele bij benadering als normaal verdeeld beschouwd (De Maeyer & Kavadias, 2007). In Tabel 1 is te zien dat bij alle variabelen de gestandaardiseerde skewness en kurtosis binnen het interval liggen. Daarom worden de variabelen als normaal verdeeld beschouwd.

### **Experimentele manipulatie van slaap**

Er is allereerst gekeken of er een significant verschil is tussen de slaapduur in de baseline week en de beperking week. Er is gebruik gemaakt van een gepaarde t-toets omdat de waarnemingen afhankelijk van elkaar zijn. Uit de resultaten wordt duidelijk dat er een significant verschil is tussen de slaapduur in deze verschillende condities ( $t(50) = 10.049, p < .001$ ). In Tabel 1 is te zien dat de kinderen in de baseline week gemiddeld een langere slaapduur hadden dan in de beperking week.

Gemiddeld gezien is er een significant verschil tussen de slaapduur in de baseline en de beperking week. Daarom is verder gekeken bij hoeveel procent van de kinderen de slaap-

duur met meer dan dertig minuten beperkt is. Van de 51 kinderen waarbij geprobeerd is om de slaapduur te verminderen, is het bij 32 kinderen gelukt om de slaapduur met minimaal dertig minuten te beperken. Bij 63% van de kinderen is het gelukt om de slaapduur experimenteel te manipuleren.

Tabel 1

*Statistische gegevens van de variabelen Slaapduur, Cijferreeksen en Uitgeslapen gevoel*

|                         | <i>N</i> | Min | Max | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>Z</i> <sub>skewness</sub> | <i>Z</i> <sub>kurtosis</sub> |
|-------------------------|----------|-----|-----|----------|-----------|------------------------------|------------------------------|
| Slaapduur_baseline      | 51       | 532 | 667 | 605.39   | 32.21     | -.46                         | -1.04                        |
| Slaapduur_beperking     | 51       | 502 | 643 | 570.63   | 30.49     | .33                          | -.32                         |
| Cijferreeksen_baseline  | 56       | 8   | 20  | 12.59    | 2.63      | 1.79                         | .55                          |
| Cijferreeksen_beperking | 54       | 8   | 20  | 12.46    | 2.46      | 1.96                         | .92                          |
| Uitgeslapen_baseline    | 50       | 2   | 5   | 3.56     | .70       | .30                          | -.05                         |
| Uitgeslapen_beperking   | 50       | 1   | 5   | 3.20     | 1.02      | .09                          | -1.47                        |

### **Invloed van experimentele manipulatie van slaapduur op Cijferreeksen**

Om de effecten van de verandering van de slaapduur op Cijferreeksen te meten, is de onderzoeksgroep in tweeën verdeeld. Kinderen waarbij de slaapduur met minimaal dertig minuten is beperkt, zitten in de slaapbeperking groep (SB;  $n = 32$ ). Kinderen waarbij de slaapduur met minder dan dertig minuten is beperkt of waarbij geen logboek is ingevuld zitten in de geen verandering groep (GV;  $n = 24$ ).

De score op Cijferreeksen is bij allebei de groepen in de twee condities gemeten. Met behulp van gepaarde t-toetsen is er gekeken of er significante verschillen zijn tussen de scores. In de groep waarbij de slaapbeperking gelukt is (SB) is er geen significant verschil ( $t(30) = -.254, p = .801$ ). In de groep waarbij er geen verandering heeft plaatsgevonden in slaapduur (GV) is er ook geen significant verschil gevonden tussen de baseline en beperking week ( $t(22) = -.244, p = .809$ ).

Verder is er gekeken of er wel een verschil te vinden is als de Cijferreeksen score (Totaal) wordt verdeeld in een Voorwaartse score en Achterwaartse score. Ook bij deze onderverdeling zijn geen significante verschillen te vinden. In Tabel 2 is te zien dat de waardes weinig verschillen in de baseline en de beperking week.

### **Uitgeslapen gevoel ten opzichte van conditie**

Er is gekeken of er een verschil is in uitgeslapen gevoel bij de twee condities, namelijk baseline week en beperking week. Eerst is gekeken naar de gehele onderzoeksgroep. Daarna is de groep weer verdeeld in slaapbeperking (SB) en geen verandering (GV).

Met behulp van een gepaarde t-toets is gekeken naar het eventuele verschil wat betreft het uitgeslapen gevoel. Er is een significant verschil tussen de twee condities ( $t(49) = 2.929$ ,  $p < .01$ ). In Tabel 1 is te zien dat de kinderen in de baseline conditie een meer uitgeslapen gevoel hebben dan in de beperking conditie.

Tabel 2

*Scores op de test Cijferreeksen (Voorwaarts en Achterwaarts) tussen de groepen SB en GV*

|                           | Slaapbeperking (SB) |          |           | Geen Verandering (GV) |          |           |
|---------------------------|---------------------|----------|-----------|-----------------------|----------|-----------|
|                           | <i>N</i>            | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>N</i>              | <i>M</i> | <i>SD</i> |
| CR_baseline_totaal        | 31                  | 12.58    | 2.49      | 23                    | 12.04    | 2.18      |
| CR_beperking_totaal       | 31                  | 12.68    | 2.17      | 23                    | 12.17    | 2.84      |
| CR_baseline_voorwaarts    | 31                  | 7.68     | 1.64      | 23                    | 7.17     | 1.27      |
| CR_beperking_voorwaarts   | 31                  | 7.90     | 1.17      | 23                    | 7.35     | 1.53      |
| CR_baseline_achterwaarts  | 31                  | 4.90     | 1.17      | 23                    | 4.87     | 1.39      |
| CR_beperking_achterwaarts | 31                  | 4.77     | 1.26      | 23                    | 4.83     | 1.87      |

Nadat de groep verdeeld is in SB en GV, zijn er opnieuw gepaarde t-toetsen uitgevoerd. In de GV groep is er geen significant verschil ( $t(18) = .487$ ,  $p = .632$ ) te vinden tussen de twee condities. In de SB groep is er een significant verschil gevonden tussen de twee condities ( $t(30) = 4.257$ ,  $p < .001$ ). De kinderen in de SB groep hebben in de baseline conditie een meer uitgeslapen gevoel dan in de beperking conditie.

### **Het verband tussen de mate waarin de slaapbeperking is gelukt en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen.**

De mate waarin de slaapbeperking is gelukt, wordt berekend door de slaapduur in de baselineweek te verminderen met de slaapduur in de beperking week. De mate waarin de slaperigheid is toegenomen, wordt berekend door het uitgeslapen gevoel in de baseline week te verminderen met het uitgeslapen gevoel in de beperking week.

De vraag wordt berekend door een correlatie te berekenen tussen de mate waarin de slaapbeperking is gelukt en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen. Allereerst is er een

correlatie berekend waarbij er nog geen onderscheid is gemaakt tussen de SB en GV groep. Er blijkt een kleine positieve samenhang ( $r(50) = .314, p < .05$ ) tussen de mate waarin de slaapbeperking is gelukt en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen. Dit betekent dat hoe minder een kind heeft geslapen gedurende drie dagen, hoe meer slaperig het kind zich overdag voelt.

Hierna zijn opnieuw correlaties berekend, waarbij er onderscheid is gemaakt tussen de twee groepen (GV en SB). In beide groepen is er een positieve correlatie te vinden tussen de mate waarin de slaapbeperking is gelukt en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen. In Tabel 3 is te zien dat de correlaties niet significant zijn.

Tabel 3

*Correlaties tussen 'Mate waarin Slaperigheid is Toegenomen' en 1) 'Mate waarin de Slaapbeperking is Gelukt' en 2) 'Effect van Slaapbeperking op Cijferreeksen'*

|                 | Mate waarin Slaperigheid is Toegenomen |          |                |          |                  |          |
|-----------------|--|----------|----------------|----------|------------------|----------|
|                 | Alle kinderen                          |          | Slaapbeperking |          | Geen verandering |          |
|                 | <i>r</i>                               | <i>p</i> | <i>r</i>       | <i>p</i> | <i>r</i>         | <i>p</i> |
| SB gelukt       | .314                                   | .03*     | .011           | .95      | .176             | .48      |
| Effect SB op CR | .134                                   | .36      | .020           | .92      | .253             | .30      |

### **Het verband tussen het effect van slaapduurbeperving op werkgeheugenprestaties en de mate waarin slaperigheid is toegenomen.**

Het effect van de slaapbeperking op de werkgeheugenprestaties wordt gemeten door de prestatie op Cijferreeksen in de baseline week te verminderen met de prestatie in de slaapbeperking week. De mate waarin de slaperigheid is toegenomen wordt berekend door het uitgeslapen gevoel in de baseline week te verminderen met het uitgeslapen gevoel in de beperking week.

De vraag wordt berekend door een correlatie te berekenen tussen het effect van slaapduurbeperving op Cijferreeksen en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen. Allereerst is er een correlatie berekend voor de gehele onderzoeksgroep. Er is een positieve niet significante correlatie te vinden tussen het effect van slaapduurbeperving op Cijferreeksen en de mate waarin de slaperigheid is toegenomen (zie Tabel 3).

Hierna zijn er opnieuw correlaties berekend, waarbij er onderscheid is gemaakt tussen de twee groepen (SB en GV). Zoals in Tabel 3 te zien is, is in de SB groep een kleine positieve correlatie te vinden tussen het effect van de slaapbeperking op Cijferreeksen en de



mate waarin de slaperigheid is toegenomen. In de GV groep is er een iets grotere positieve correlatie te vinden. Beide correlaties zijn echter niet significant, dus niet van betekenis.

### **Is er sprake van een leereffect bij Cijferreeksen**

Gedurende drie weken is Cijferreeksen bij de kinderen afgenomen. Om te kijken of er sprake is van een leereffect, zijn de scores van de kinderen in de drie opeenvolgende weken met elkaar vergeleken. In de eerste week haalden alle kinderen uit de onderzoeksgroep een gemiddelde score van 12.58 ( $SD = 2.66$ ) op de totaalscore van de test. In de tweede week haalden de kinderen een gemiddelde score van 13.25 ( $SD = 2.46$ ). Met behulp van een t-toets is naar het verschil gekeken. Er is sprake van een significant verschil van de tweede week ten opzichte van de eerste week ( $t(54) = -2.082, p = .042$ ). De kinderen halen gemiddeld een 5% hogere score en dit zou kunnen lijken op een leereffect. Dit effect valt echter weg wanneer er wordt gekeken naar de derde week. Hier is de gemiddelde score 12.67 ( $SD = 2.94$ ). Ten opzichte van de tweede week is er sprake van achteruitgang in de derde week. Als de derde week wordt vergeleken met de eerste week is er sprake van een erg kleine vooruitgang die niet significant is.

### **Discussie**

In dit onderzoek is gekeken naar de invloed van één uur slaapvermindering gedurende drie dagen op het functioneren van het werkgeheugen. De slaapduur is experimenteel gemanipuleerd en de invloed daarvan op Cijferreeksen is onderzocht. De hypothese was dat een kortere slaapduur samen zou hangen met minder goede prestaties op werkgeheugentaken. Deze hypothese wordt op basis van de resultaten verworpen. De slaapduur van de kinderen vertoont geen significante relatie met de prestaties op Cijferreeksen. Dit was niet de verwachting, aangezien in onderzoek van Goel et al. (2009) naar voren komt dat minder slaap een negatieve invloed heeft op onder andere het werkgeheugen. Het resultaat komt overeen met onderzoek van Nilsson et al. (2005), waar wordt besproken dat één nacht slaapdeprivatie zorgt voor verminderd executief functioneren, maar dat subsystemen van het werkgeheugen niet worden beïnvloed.

Een verklaring waarom de uitkomsten van de onderzoeken verschillen, zou kunnen zijn dat het per onderzoek verschilt hoeveel slaapdeprivatie er heeft plaatsgevonden. In dit onderzoek ging het om één uur gedurende drie nachten, maar het kan ook gaan om een gehele nacht slaapdeprivatie. Een andere verklaring waarom de resultaten niet overeen komen, kan

zijn omdat dit onderzoek is uitgevoerd bij kinderen. Veel onderzoeken naar het verband tussen slaapduur en het geheugen zijn uitgevoerd bij adolescenten en volwassenen.

Er is onderzocht of de kinderen in de experimentele conditie een minder uitgeslapen gevoel in de ochtend hadden ten opzichte van de baseline conditie. Deze hypothese wordt door de resultaten bevestigd. Wanneer de kinderen gedurende drie dagen een uur minder hadden geslapen, voelden ze zich minder uitgeslapen, dan wanneer ze hun normale bedtijden aanhielden. In de baseline conditie hadden de kinderen een uitgeslapen gevoel van 3.56 (op een schaal van 1 tot en met 5), tegenover een uitgeslapen gevoel van 3.20 in de experimentele conditie. Een uitgeslapen gevoel van 3.56 wijst meer in de richting van een goed uitgeslapen gevoel en 3.20 meer in de richting van een niet uitgeslapen gevoel. De kortere slaapduur zorgt voor een minder uitgeslapen gevoel de volgende dag. Dit komt overeen met onderzoek van Fallone et al. (2002) waarin wordt besproken dat slaperigheid overdag het gevolg is van onvoldoende of verstoorde slaap. Er is ook gekeken of het verschil in uitgeslapen gevoel in beide groepen (slaapbeperking en geen verandering) te zien was. In de SB groep was er een significant verschil te vinden, in de GV groep niet. Dit komt overeen met verwachtingen, aangezien de kinderen in de SB groep daadwerkelijk een kortere slaapduur hadden. In de GV groep hebben sommige kinderen misschien wel minder geslapen, maar hierbij is de verandering in slaapduur waarschijnlijk te klein geweest om effecten te kunnen zien.

De hypothese dat hoe korter de slaapduur van de kinderen is, hoe slaperiger zij zich overdag voelen wordt deels bevestigd. Het resultaat wordt alleen gevonden als de gehele onderzoeksgroep wordt meegenomen. Er is dan sprake van een kleine positieve samenhang. Als er een onderscheid wordt gemaakt tussen de kinderen waarbij de slaapbeperking is gelukt (SB) en de kinderen waarbij geen of weinig verandering was in slaapduur (GV), is er geen significante relatie te vinden. Het resultaat van de gehele onderzoeksgroep is terug te vinden in eerder onderzoek. Daarin komt naar voren dat slaapbeperking zorgt voor slaperigheid gedurende de volgende dag. In onderzoek van Wolfgang & Carskadon (1998) wordt besproken dat onder andere een kortere slaapduur zorgt voor een verhoogde slaperigheid overdag. Dit komt deels overeen met het wel of niet uitgeslapen gevoel dat in dit onderzoek als maatstaf wordt gebruikt. Ook in onderzoek van Curcio et al. (2006) wordt besproken dat slaapdeprivatie gevolgen heeft in de vorm van slaperigheid en neurocognitieve en psychomotorische beperkingen. Zij bespreken verder dat een verhoogde slaperigheid kan zorgen voor cognitieve, emotionele, gedrags- en academische problemen. In hun onderzoek kwam naar voren dat de leerlingen met lagere cijfers zich meer slaperig voelden overdag als een gevolg van een kortere slaapduur 's nachts. Verschillende studies bespreken dat

slaperigheid kan zorgen voor beperkte cognitieve prestaties en verminderde gedragsprestaties. Ook in onderzoek van Tucker et al. (2010) gaven proefpersonen met totale slaapdeprivatie aan dat ze zich verhoogd slaperig voelde de volgende dag. Het is onduidelijk wat de verklaring is voor het feit dat er geen significant resultaat te zien is wanneer de groep in de twee condities wordt gesplitst. Het kan zijn dat er sprake is van individuele verschillen.

De derde hypothese stelde dat hoe slaperiger het kind zich overdag voelde, hoe groter het effect van de slaapduurbepanking op de werkgeheugenprestaties zou zijn. Deze hypothese wordt verworpen. In de gehele groep en in beide condities zijn geen significante relaties gevonden. Goel et al. (2009) bespreken in hun onderzoek dat verhoogde slaperigheid als gevolg van slaapdeprivatie kan zorgen voor verminderde cognitieve prestaties. Hierbij spreken zij over prestaties wat betreft visuele aandacht en werkgeheugentaken. Aan de hand van dit onderzoek zou verwacht mogen worden dat de kinderen die in dit onderzoek verhoogde slaperigheid rapporteerden in het logboek, minder goed zouden presteren op de werkgeheugentaken. In het onderzoek geven Goel et al. (2009) een verklaring, namelijk dat het beoordelen van slaperigheid subjectief is. Het is moeilijk om het gevoel van slaperigheid op een objectieve manier te kunnen meten en in cijfers uit te drukken.

Als laatste is er gekeken of bij het afnemen van Cijferreeksen gedurende drie weken sprake is geweest van een leereffect. Zoals te zien is in de resultaten is dit niet het geval. Van de eerste naar de tweede week lijkt er een effect zichtbaar. Wanneer de derde week wordt meegenomen, valt dit effect weg. Bij het analyseren van de resultaten moet rekening worden gehouden met het feit dat de testen drie weken hetzelfde waren, dit kan voor de kinderen misschien saai zijn geweest, waardoor er minder motivatie was om het goed te doen.

### ***Conclusie***

In dit onderzoek is geprobeerd antwoord te geven op de vraag wat de invloed van één uur slaapvermindering gedurende drie dagen is, op het functioneren van het werkgeheugen. Er kan geconcludeerd worden dat er in dit onderzoek geen zichtbaar effect is van slaapdeprivatie op prestaties bij werkgeheugentaken. Er is aangetoond dat één uur slaapvermindering zorgt voor een minder uitgeslapen gevoel. Maar deze verhoogde slaperigheid betekent dus niet dat er een achteruitgang zichtbaar is in prestaties op werkgeheugentaken. Opmerkelijk is dat er een klein verband te zien is in de hele onderzoeksgroep tussen de mate waarin de slaapbeperking is gelukt en de toegenomen slaperigheid. Maar als de groep wordt opgesplitst in SB en GV, is het verband niet meer significant. Waarschijnlijk is de invloed van één uur slaapvermindering te klein geweest om resultaten te kunnen zien.

## ***Beperkingen***

Dit onderzoek kent verschillende beperkingen. Allereerst is het een beperking dat er gebruik is gemaakt van een relatief kleine onderzoeksgroep. Hierdoor kunnen de resultaten niet worden gegeneraliseerd naar de populatie. Met een kleinere onderzoeksgroep bestaat de kans dat er effecten worden gevonden die er in werkelijkheid niet zijn. Andersom kan het ook zijn dat effecten niet worden gevonden, die er in werkelijkheid wel zijn.

Een ander punt van kritiek is de hoeveelheid non-respons. Het was moeilijk om scholen te vinden die wilden meewerken aan het onderzoek. Over het algemeen wordt er rekening gehouden met een non-respons van een derde van de steekproef (Billiet & Waage, 2003). Bij dit onderzoek was er sprake van een non-respons van tachtig procent. Veel scholen gaven aan dat ze al meewerkten aan ander onderzoek of het al druk genoeg hadden. Door dit hoge percentage non-respons vindt er selectie plaats en is het onderzoek moeilijker generaliseerbaar.

Bij het krijgen van toestemming van de ouders om hun kind deel te laten nemen, was er sprake van een non-respons van bijna negentig procent. Ze gaven aan niet te willen deelnemen of reageerden niet. Er is niet aan de ouders gevraagd waarom ze niet wilden deelnemen. Waarschijnlijk komt het door een hoge taakbelasting voor de ouders en de kinderen, aangezien de slaapduur van de kinderen moest worden aangepast en de ouders zelf het logboek en andere vragenlijsten in moesten vullen.

Ook bij het logboek en de vragenlijsten was er enige non-respons. Bij 52 van de 57 kinderen, met toestemming voor deelname, is het logboek ingevuld. Eén van de kinderen is tijdens het onderzoek ziek geworden, waardoor dit kind is teruggetrokken uit de onderzoeksgroep. De redenen waarom de logboeken van de andere kinderen niet zijn ingevuld, zijn niet bekend.

Door de non-respons van de drie bovenstaande aspecten kan het onderzoek minder representatief zijn. Het kan zijn dat er een deel van de populatie die is onderzocht mist. Wanneer bepaalde groepen zijn onder- of oververtegenwoordigd, wordt non-respons een probleem (Korzilius, 2008).

Een andere beperking van het onderzoek is het gebruik van het logboek. Hieruit wordt de slaapduur van de kinderen berekend. De betrouwbaarheid om op deze manier de slaapduur van de kinderen te meten, kan ter discussie worden gesteld. Ouders weten vaak niet precies wanneer hun kind slaapt, hoe laat het wakker wordt en hoe uitgeslapen het kind is. Hierbij is onbekend hoe betrouwbaar ouders zijn als respondenten van de slaapegegevens van hun kind. Allereerst moet je erop vertrouwen dat ze hun kind daadwerkelijk een uur eerder naar bed

sturen en daarnaast moet het kind meewerken en eerder proberen te gaan slapen. Ook is het de taak van ouders om nauwkeurig het logboek bij te houden.

Een ander punt dat ter discussie gesteld moet worden is dat in dit onderzoek de nadruk is gelegd op de kwantiteit van de slaapduur. Daarbij moet gezegd worden dat ook de kwaliteit een belangrijke rol speelt bij de slaapduur (Steenari et al., 2003). Uit verschillende onderzoeken komt de kwaliteit van slaap naar voren als belangrijke factor bij het beoordelen van de slaap. Dit onderzoek is gericht op de kwantiteit van de slaap en misschien is er te weinig gekeken naar de slaapkwaliteit. Het uitgeslapen gevoel dat in dit onderzoek is gemeten, zou misschien voor een klein deel gerelateerd kunnen worden aan de slaapkwaliteit.

Als laatste is het belangrijk om te noemen dat het moeilijk is om onderzoek naar slaap te generaliseren naar een grotere groep. De optimale hoeveelheid slaap die men nodig heeft, verschilt per persoon. Ook kan de één makkelijker omgaan met een uur minder slaap dan de ander. Om deze individuele verschillen in dit onderzoek plek te geven, is per kind gekeken naar de voor- of achteruitgang in prestaties.

### ***Implicaties en suggesties voor vervolgonderzoek***

Een implicatie van deze onderzoeksbevindingen is dat kinderen door een uur korter te slapen, zich minder uitgeslapen voelen. Hoewel dit geen directe relatie vertoont met prestaties op werkgeheugentaken, zou er invloed kunnen zijn op andere prestaties. Bij vervolgonderzoek zouden ook leerkrachten bij het onderzoek betrokken kunnen worden. Door te kijken naar prestaties op meerdere gebieden, wordt er een breder beeld geschetst van de invloed van de slaapduur.

Aangezien in onderzoek van Iglowstein, Jenni, Molinari en Largo (2003) naar voren komt dat kinderen tegenwoordig steeds later naar bed gaan, is het belangrijk dat de invloed van slaapduur duidelijk is. Dan kunnen ouders en kinderen zelf inzien dat het belangrijk is om voldoende uur per nacht te slapen. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is dan ook om het effect van de slaapduur meer zichtbaar te maken. In de praktijk is dit echter moeilijk te volbrengen omdat het ethisch onverantwoord is om de slaapduur van kinderen in de basisschoolleeftijd nog meer te beperken.

## Literatuur

- Baier, B., Karnath, H., Dieterich, M., Birklein, F., Heinze, C., & Müller, N.G. (2010). Keeping Memory Clear and Stable – The Contribution of Human Basal Ganglia and Prefrontal Cortex to Working Memory. *Journal of Neuroscience*, 30 (29), pp. 9788-9792.
- Billiet, J., & Waeye, H. (2003). *Een samenleving onderzocht: Methoden van sociaal-wetenschappelijk onderzoek*. Antwerpen, België: Uitgeverij De Boeck.
- Curcio, G., Ferrara, M., & De Gennaro, L. (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 10, p. 323-337.
- Dahl, R.E. (1996). The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function. *Seminars in Pediatric Neurology*, 3 (1), p. 44-50.
- Fallone, G., Owens, J.A., & Deane, J. (2002). Sleepiness in children and adolescents: clinical implications. *Sleep Medicine Reviews*, 6 (4), p. 287-306.
- Goel, N., Rao, H., Durmer, J.S., & Dinges, D.F. (2009). Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Seminars in Neurology*, 29 (4), p. 320-339.
- Gruber, R., Laviolette, R., Deluca, P., Monson, E., Cornish, K., & Carrier, J. (2010). Short sleep duration is associated with poor performance on IQ measures in healthy school-age children. *Sleep Medicine*, 11, p. 289-294.
- Hasler, G., Buysse, D.J., Klaghofer, R., Gamma, A., Ajdacic, V., Eich, D., Rössler, W., & Angst, J. (2004). The association between short sleep duration and obesity in young adults: a 13-year prospective study. *Sleep*, 27 (4), p. 661-666.
- Heijden, K.B., van der (2010). *Masterproject: bioritme en cognitie*. (Unpublished manuscript). Universiteit Leiden.
- Iglowstein, I., Jenni, O.G., Molinari, L., & Largo, R.H. (2003). Sleep Duration From Infancy to Adolescence: Reference Values and Generational Trends. *Pediatrics*, 111 (2), p. 302-307.
- Kort, W., Schittekatte, M., Bosmans, M., Compaan, E. L., Dekker, P. H., Vermeir, G. (2005). Wechsler Intelligence Scale for Children Derde Editie NL (WISC-III-NL). Handleiding en verantwoording. London: Harcourt Assessment.
- Laberge, L., Petit, D., Simard, D., Vitaro, F., Tremblay, R.E., Montplaisir, J. (2001). Development of sleep patterns in early adolescence. *Journal of Sleep Research*, 10, p. 59-67.

- McGaugh, J.L. (2000). Memory: a Century of Consolidation. *Science*, 287, p. 248-251.
- Nadel, L., & Hardt, O. (2011). Update on Memory Systems and Processes. *Neuropsychopharmacology Reviews*, 36, p. 251-273.
- Nilsson, J.P., Söderstrom, M., Karlsson, A.U., Lekander, M., Akerstedt, T., Lindroth, N.E., & Axelsson, J. (2005). Less effective executive functioning after one night's sleep deprivation. *Journal of Sleep Research*, 14, p. 1-6.
- Paavonen, E.J., Räikkönen, K., Lahti, J., Komsu, N., Heinonen, K., Pesonen, A., Järvenpää, A., Strandberg, T., Kajantie, E., & Porkka-Heiskanen, T. (2009). Short Sleep Duration and Behavioural Symptoms of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Healthy 7- to 8-Year-Old Children. *Pediatrics*, 123 (5), p. 857-864.
- Paavonen, E.J., Räikkönen, K., Pesonen, A., Lahti, J., Komsu, N., Heinonen, A., Järvenpää, A., Strandberg, T., Kajantie, E., & Porkka-Heiskanen, T. (2010). Sleep quality and cognitive performance in 8-year-old-children. *Sleep Medicine*, 11, p. 386-392.
- Sadeh, A., Gruber, R., & Raviv, A. (2003). The effects of sleep restriction and extension on school-age children: What a difference an hour makes. *Child Development*, 74 (2), p. 444-55.
- Steenari, M., Vuontela, V., Paavonen, E.J., Carlson, S., Fjällberg, M., & Aronen, E.T. (2003). Working Memory and Sleep in 6- to 13-Year Old Schoolchildren. *American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 42 (1), p. 85-92.
- Swaab, D.F. (2010). *Wij zijn ons brein. Van baarmoeder tot Alzheimer*. Ruinen, Nederland: Uitgeverij Contact.
- Thompson, R.F., & Madigan, S.A. (2007). *Memory: the Key of Consciousness*. New Jersey: Princeton University Press.
- Tucker, A.M., Whitney, P., Belenky, P., Hinson, J.M., & Van Dongen, H.P.A. (2010). Effects of Sleep Deprivation on Dissociated Components of Executive Functioning. *Sleep*, 33 (1), p. 47-57.
- Walker, M.P., & Stickgold, R. (2006). Sleep, Memory, and Plasticity. *Annual Review of Psychology*, 57, p. 139-166.
- Walker, M.P., & Stickgold, R. (2006). Sleep, Memory, and Plasticity. *Annual Review of Psychology*, 57, p. 139-166.
- Yoo, S., Hu, P.T., Gujar, N., Jolesz, F.A., & Walker, M.P. (2007). A deficit in the ability to form new human memories without sleep. *Nature Neuroscience*, 10 (3), p. 385-392.

