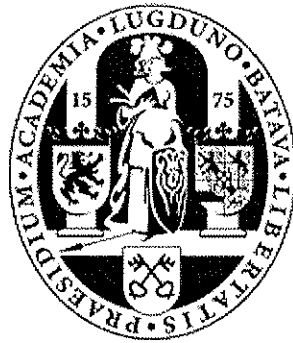


Het effect van slaapduur en slaapkwaliteit op het
werkgeheugen en complexe aandachtprocessen van
kinderen tussen acht en twaalf jaar.



Universiteit Leiden

J.W.I.M. Vriens

s0600903

Masterscriptie Orthopedagogiek

Universiteit Leiden

Begeleider: dr. K.B. van der Heijden

Inhoudsopgave

Samenvatting	pagina 3
Inleiding	pagina 4
Methoden	
<i>Participanten</i>	pagina 11
<i>Procedure</i>	pagina 11
<i>Meetinstrumenten</i>	pagina 12
<i>Statistische Analyse</i>	pagina 15
Resultaten	pagina 17
Discussie	pagina 23
Literatuur	pagina 29
Bijlage	pagina 33

Het effect van slaapduur en slaapkwaliteit op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen van kinderen tussen acht en twaalf jaar.

Samenvatting

Uit recent onderzoek is gebleken dat een verminderde slaapduur en verminderde slaapkwaliteit een negatief effect hebben op het cognitief functioneren van volwassenen. In deze studie is nagegaan of deze resultaten ook gelden voor kinderen in de basisschoolleeftijd en voor complexere cognitieve functies, namelijk het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen. Verspreid over tien verschillende Nederlandse basisscholen hebben 57 ouders van kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar toestemming gegeven om hun kind drie keer onder schooltijd te laten testen, vier vragenlijsten in te vullen en drie weken lang een slaapdagboek over hun kind bij te houden. De ouders stemden er ook mee in hun kind zes dagen lang een uur eerder of later naar bed te sturen. Het experiment bestond uit drie condities (baseline, slaaprestrictie en slaapverlenging) die door alle kinderen zijn doorlopen. Aan het eind van elke conditie is bij de 57 kinderen een parallelversie van de WISC-III^{NL} subtest 'Cijferreeksen Voorwaarts' en 'Cijferreeksen Achterwaarts' afgenomen. Uit dit onderzoek kwamen geen significante verschillen in het functioneren van het werkgeheugen en de complexe aandachtprocessen tussen de drie slaapcondities naar voren. Wel is er een trend waar te nemen van een negatieve invloed van slaapbeperking en een positieve invloed van slaapverlenging op de prestatie van het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen. Deze trend is ook waar te nemen voor de kwaliteit van de slaap. Dit onderzoek levert geen bewijs voor de invloed van een uur korter of langer slapen op het functioneren van het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar.

Inleiding

Tientallen jaren van wetenschappelijk onderzoek en een paar dozijn aan metastudies hebben het mysterie rondom de relevantie van slaap, waaraan de mens gemiddeld een derde van zijn leven aan besteedt, niet kunnen oplossen. Wel is de kennis over de functies en het nut van slaap de afgelopen jaren flink gegroeid. Zo zijn bijvoorbeeld de effecten van slaapdeprivatie op het menselijk functioneren onderzocht en is bekend geworden dat slaap zowel fysiek als psychisch noodzakelijk is (Bonnet, 1994; Pilcher & Huffcutt, 1996).

Wanneer er in de literatuur gesproken wordt over slaap kan er onderscheid worden gemaakt tussen de duur van de slaap en de kwaliteit (in hoeverre slaapproblemen ervaren worden) van de slaap. Deze twee eigenschappen van slaap zijn onafhankelijk van elkaar en kunnen het cognitief functioneren op verschillende manieren beïnvloeden. Er is al veel onderzoek gedaan naar de samenhang tussen slaap en cognitieve functies. Zo is ontdekt dat slaap van invloed is op het functioneren van het geheugen en aandachtprocessen (Cowan, 2005). Er zijn diverse theorieën die stellen dat slaapdeprivatie een negatief effect heeft op verschillende cognitieve functies, waaronder aandacht en geheugen (Beaulieu et al., 2000 & Doran et al., 2001). Naar beide cognitieve functies wordt al lange tijd onderzoek gedaan bij volwassenen. Zo is het feit dat slaap betrokken is bij de consolidatie van herinneringen al bijna anderhalve eeuw bekend. Al in 1885 ontdekte Ebbinghaus dat meer nonsenswoorden onthouden worden, wanneer wordt geslapen tussen het moment van leren en het moment van de overhoring. In de loop van de eeuw is deze bevinding steeds verder uitgewerkt en gespecificeerd. Zo werd later onderzoek gedaan naar de invloed van slaap op verschillende afzonderlijke vormen van geheugen, zoals het werkgeheugen en het korte termijn geheugen (Baddeley & Hitch, 1974; Cowan, 2008).

Het werkgeheugen is het deel van het geheugensysteem dat het mogelijk maakt met de informatie in het korte termijn geheugen te kunnen werken en deze te kunnen manipuleren (Cowan, 2005; Baddeley, 2003). Pas aan het eind van de adolescentie is het werkgeheugen volledig ontwikkeld (Luna et al., 2004). Volgens Bernstein et al. (2008) is het korte termijn geheugen onderdeel van het werkgeheugen. Andere wetenschappers stellen dat het korte termijn geheugen niet los van het werkgeheugen gezien kan worden, maar trekken niet de conclusie dat het korte termijn geheugen onderdeel uitmaakt van het werkgeheugen (Cowan, 2008). Over hoe deze twee geheugenvormen zich exact tot elkaar verhouden blijft onduidelijkheid bestaan. Wanneer er (in dit onderzoek) gesproken wordt over het werkgeheugen, moet altijd in het achterhoofd te worden gehouden dat het hier ook deels om

het korte termijn geheugen gaat.

Binnen het centraal zenuwstelsel wordt het werkgeheugen gereguleerd door het cholinerge hersensysteem, het systeem dat betrokken is bij onder andere leren en geheugen. Op neuroanatomisch niveau is het werkgeheugen met name geassocieerd met een specifieke regio in de prefrontale cortex. In 1996 werd het werkgeheugen door Baddeley & Della Sala onderverdeeld in drie componenten. De ‘fonologische lus’ en het ‘visuospatieel kladblok’ slaan samen respectievelijk de auditieve en visuele informatie op. De ‘central executive’ coördineert deze opslag en heeft daarnaast als taak de controle en regulatie van het werkgeheugensysteem.

Naast het werkgeheugen richt dit onderzoek zich op (complexe) aandachtprocessen; cognitieve processen waardoor men zich selectief richt op één aspect van de omgeving, terwijl andere aspecten worden genegeerd (Wickens & Carswell, 1997). Net zoals het korte termijn geheugen kan ook aandacht moeilijk los worden gezien van het werkgeheugen. Deze twee cognitieve functies worden daarom vaak gezamenlijk gemeten, zo ook tijdens slaaponderzoeken, waar het nut en de invloed van slaapduur en -kwaliteit op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen bij volwassenen een veelbesproken onderwerp is (Beaulieu et al., 2000; Doran et al., 2001 & Zerouali et al., 2009).

Aan de hand van slaaponderzoek bij volwassenen is gevonden dat prestaties op tests die het werkgeheugen meten, zoals de ‘Sternberg Working Memory Task’, significant dalen na slaapdeprivatie van 30 uur (Mu et al., 2005). Smith et al. (2010) vonden dat volwassen proefpersonen die een paar uur per nacht minder sliepen dan gewoonlijk, significant lagere prestaties leverden op werkgeheugentaakjes dan wanneer ze het aantal uren hadden geslapen dat ze gewend waren (Smith et al., 2010). In een onderzoek naar slaap apneu – een ademhalingsstoornis tijdens de slaap waardoor gefragmenteerd en dus minder lang wordt geslapen en er hypoxia (onvoldoende zuurstoftoevoer) plaatsvindt – lieten proefpersonen met deze aandoening een beperking in het functioneren van het werkgeheugen zien (Naëgelé et al., 2006; Verstraeten, Cluydts, Pevernagie & Hoffmann, 2004). Uit een meta-analyse van Lim & Dinges (2010) komt naar voren dat slaapdeprivatie gemiddeld genomen een significant effect heeft op het functioneren van het werkgeheugen. Wel moet hier bij vermeld worden dat het hier gaat om matige effectgroottes. Ook complexe aandachtprocessen worden volgens deze meta-analyse (met matige effectgroottes) significant beïnvloedt door slaapdeprivatie (Lim & Dinges, 2010). Naast het effect van slaapdeprivatie op het functioneren van het

werkgeheugen en complexe aandachtprocessen onderzochten Lim & Dinges (2010) ook het effect van slaapdeprivatie op simpele aandachtprocessen, verwerkingssnelheid, korte termijn geheugen en redeneervermogen. Uit deze meta-analyse blijkt dat slaapdeprivatie het meest van invloed is op minder complexe cognitieve domeinen, zoals simpele aandachtprocessen. Hoe complexer het cognitieve domein, hoe minder het domein door slaapdeprivatie wordt beïnvloed. Deze bevinding kan worden verklaard vanuit het feit dat simpele aandachtprocessen het makkelijkst worden beïnvloed door slaapdeprivatie, terwijl dit negatieve effect bij simpele aandachtprocessen het minst gecompenseerd kan worden door andere cognitieve domeinen (Lim & Dinges, 2008). Zij noemen deze gegevens opvallend, aangezien bijna alle tests die complexe aandacht meten slechts op één cognitief proces verschillen van de tests die simpele aandachtprocessen meten. Uit deze bevinding kan worden geconcludeerd dat de prestatie op tests die complexe cognitieve domeinen meten, relatief gelijk blijft na slaapdeprivatie doordat complexe domeinen een grotere bottom-up aansturing kennen dan simpele cognitieve domeinen. Om tot complexe cognitieve functies te komen dient er namelijk veel meer (zintuiglijke) informatie samen te komen dan bij simpele cognitieve functies. Daarnaast geven Lim en Dinges als verklaring voor dit verschil dat bij complexe cognitieve domeinen, zoals verwerkingssnelheid, sprake is van automatisering, waardoor de prestaties minder worden beïnvloed door vermoeidheid.

Afgezien van het onderzoek van Naëgelé et al. hebben bovenstaande onderzoeken zich op de effecten van slaapduur (slaapkwantiteit) en niet op de effecten van slaapkwaliteit op cognitieve functies gericht. In de literatuur bestaan verschillende definities voor slaapkwaliteit. Een van de meest brede definities wordt gehanteerd door Buyssee et al. (1988) en stelt dat slaapkwaliteit de volgende kwalitatieve aspecten van slaap bevat: de slaapduur, de tijd tussen het in bed gaan liggen en in slaap vallen en het aantal keer tussendoor wakker worden. Ook kan de slaapkwaliteit volgens Buyssee et al. aangegeven worden in minder objectief meetbare vormen zoals diepte van de slaap en de mate van uitgerustheid na het slapen. Per individu verschilt de exacte samenstelling van de slaapkwaliteit (Buyssee et al, 1988). Iliescu en zijn collega's (2003) voegen hieraan de kenmerken 'slapen overdag' en 'rusteloosheid' toe. Slaapduur kan niet los worden gezien van slaapkwaliteit, zeker wanneer men zich bedenkt dat klachten over slaapkwaliteit veelvuldig samengaan met psychiatrische klachten zoals depressie, angststoornissen en schizofrenie.

Een van de onderzoeken naar de effecten van slaapkwaliteit op cognitieve functies is uitgevoerd door Nebes et al. (2011). In 2011 toonden deze onderzoekers aan dat 'slechte

slapers' op twee van de drie werkgeheugentests significant slechter presteerden dan 'goede slapers'. Dit onderzoek is enkel bij volwassenen uitgevoerd. Daarnaast is onduidelijk of mensen die slechter presteren slechter slapen, of dat slechter slapen leidt tot slechter presteren.

Slaap is nodig om het lichaam te kunnen laten herstellen en om cognitieve processen optimaal te kunnen laten verlopen, wat vooral goed te zien is tijdens de ontwikkeling van kinderen (Maquet, 2003). Dit blijkt onder andere uit de vele uren die kinderen slapend doorbrengen. Zo slapen kinderen in de kleuterklas per nacht gemiddeld tien uur en drie kwartier, terwijl kinderen in groep acht, die al een groter deel van de ontwikkeling doorlopen hebben, nog maar een gemiddelde slaapduur van 9 uur en één kwartier per nacht hebben. Opvallend is dat, ondanks dit gegeven, veel minder onderzoek is gedaan naar slaap bij kinderen dan bij volwassenen (Sadeh et al., 2003). Het geringe aantal onderzoeken, naar de invloed van de slaapduur en slaapkwaliteit van kinderen op het werkgeheugen en/of complexe aandachtprocessen, is te classificeren als associatiestudie. Zo concludeerden Steenari et al. (2003) dat zowel slaapduur als slaapkwaliteit de prestatie op werkgeheugentaakjes beïnvloed bij kinderen in de basisschoolleeftijd. Uit een artikelreview van Kopasz et al. (2009) is gebleken dat de werking van complexe cognitieve functies van kinderen, waar het werkgeheugen en de complexe aandachtprocessen onder vallen, eerder afneemt na slaapdeprivatie dan minder complexe cognitieve functies. Deze bevinding staat lijnrecht tegenover de bevindingen van Lim & Dinges (2008), die juist vonden dat complexe cognitieve functies minder snel afnamen na slaapdeprivatie dan simpelere cognitieve functies. Ondanks dat het onderzoek van Lim & Dinges enkel bij volwassenen is uitgevoerd blijkt wel dat er over dit onderwerp nog veel onduidelijkheid bestaat.

Het huidige onderzoek zal zich in zijn geheel richten op slaap bij kinderen. Zoals hierboven eerder aangegeven, is het grootste deel van bovengenoemde theorieën en onderzoeken van toepassing op volwassenen, waardoor relatief weinig bekend is over slaap bij kinderen. Dit is opmerkelijk, aangezien kinderen meer en langer slapen dan volwassenen, waar uit te concluderen valt dat slaap voor kinderen belangrijker is dan bij volwassenen. Daarnaast is bekend dat de kindertijd een belangrijke periode is voor de rijping van de hersenen en de cognitieve ontwikkeling (Wenar and Kerig, 2005 & Anderson et al., 2002). Ook daarom is het opvallend dat er - in vergelijking met onderzoek bij volwassenen - weinig onderzoek naar de relatie tussen slaap en deze ontwikkelingsperiode is uitgevoerd. Daarbij komt ook nog eens

dat het geringe aantal bij kinderen uitgevoerde slaaponderzoeken bijna allemaal associatiestudies zijn, waarin geen slaapmanipulatie plaatsvindt en de proefpersonen slechts één keer worden getest. Deze studies kunnen daardoor enkel conclusies trekken over de natuurlijke variatie van slaapduur over de kinderopulatie en kunnen er geen uitspraken doen over effecten van verandering van de slaapduur bij het individuele kind. De reden dat de meeste slaaponderzoeken associatiestudies zijn is het feit dat deze studies uit een relatief makkelijke en extensieve onderzoeksopzet bestaan waardoor proefpersonen eerder geneigd zijn aan het onderzoek mee te werken, waardoor de kosten minder hoog zullen oplopen. De weinige slaapstudies die werden uitgevoerd middels een experimentele onderzoeksopzet hebben, op één na, allemaal in een laboratorium plaatsgevonden en hadden een duur van slechts één nacht. De enige experimentele slaapstudie die langer dan een nacht duurde is de studie van Sadeh et al. (2003). Het slaaponderzoek, onder 77 basisschoolleerlingen, duurde zes dagen. Op de eerste of tweede dag van het onderzoek is bij alle kinderen het cognitief functioneren getest door middel van het Neuropsychological Evaluation System (NES). Hierna is de helft van de kinderen in een slaapdeprivatiegroep geplaatst en de andere helft in een slaapverlenginggroep geplaatst. De eerste groep sliep gedurende drie nachten een uur minder en de tweede groep sliep een uur meer. Daarna is van alle kinderen het cognitief functioneren weer met de NES, op hetzelfde tijdstip, getest. De slaapmanipulatie leidde tot significante verschillen tussen de prestaties op de cognitieve taken (Sadeh et al., 2003). Het nadeel van deze studie echter, is dat de kinderen slechts één van beide experimentele condities ondergaan, wat de betrouwbaarheid negatief beïnvloed. Daarnaast is in dit onderzoek enkel gekeken naar de slaapduur en wordt er geen rekening gehouden met de kwaliteit van de slaap van de kinderen. Omdat uit eerder onderzoek bij volwassenen is gebleken dat zowel slaapduur als slaapkwaliteit van invloed zijn op het cognitief functioneren zal dit onderzoek zich daarom richten op het mogelijke effect op de cognitieve functies van zowel slaapduur als slaapkwaliteit bij kinderen. Hier zal echter de slaapkwaliteit enkel worden bijgehouden en niet worden gemanipuleerd, waardoor er geen oorzakelijke verbanden gelegd kunnen worden met betrekking tot de invloed van slaapkwaliteit op het cognitief functioneren. De onderzoeksvraag luidt als volgt: ‘Zijn slaapduur en slaapkwaliteit van invloed op het werkgeheugen en de complexe aandachtprocessen van kinderen tussen acht en twaalf jaar?’

In het huidige onderzoek zal de toegepaste experimentele onderzoeksopzet voortbouwen op de opzet van Sadeh et al. (2003). Het grootste verschil tussen de twee onderzoeksopzetten is de duur van dit experimentele onderzoek. Het huidige onderzoek zal in

plaats van zes dagen eenentwintig dagen in beslag nemen. De proefpersonen ondergaan tijdens deze periode zowel de slaapdeprivatie- als slaapverlengingconditie, maar zitten ook in de controleconditie. Op deze manier kunnen herhaalde metingen plaatsvinden, waardoor het cognitief functioneren van de proefpersonen in meerdere situaties kan worden geanalyseerd, wat de betrouwbaarheid vergroot. Tijdens de manipulatie van de slaapduur zal tevens de kwaliteit van de slaap worden bijgehouden.

Tenslotte zal in dit onderzoek ook rekening worden gehouden met de effecten van de intrede van de zomertijd en het effect van het chronotype van de participanten. Aangezien dit onderzoek drie weken duurt, wordt in de analyse gecontroleerd op de intrede van de zomertijd. In de huidige literatuur is geen relevante informatie over dit onderwerp voorhanden, waardoor van te voren geen voorspellingen kunnen worden gedaan over het eventuele effect van de intrede van de zomertijd op deze studie.

Het laatste onderwerp van dit onderzoek, chronotype, is een eigenschap van mensen en dieren die aangeeft op welk moment van de dag het psychisch functioneren - waaronder hormoonniveaus, lichaamstemperatuur, cognitieve processen, eten en slapen - het meest of minst actief is. Dit begrip komt vooral in het wetenschappelijk onderzoek naar slaap veel voor. Hierin wordt gesproken van ochtendtypes en avondtypes. Uit onderzoek naar de relatie tussen chronotype en werkgeheugen en aandacht is gebleken dat ochtendmensen die 's ochtends een werkgeheugen- of aandachttaakje maken hierop beter presteren dan avondtypes. Omgekeerd presteren avondtypes die 's avonds hetzelfde taakje maken beter dan ochtendtypes (Matchock & Mordkoff, 2009). Uit een studie naar chronotype door Testu en Clasrisse (1999) kwam naar voren dat kinderen tussen 08.30u en 09.00u het slechtst presteerden op aandacht en geheugenwerking. Ook Van der Heijden et al. (2010) vonden dit resultaat. Uit dit onderzoek bleek dat kinderen in de leeftijd van 10 tot 12 jaar rond 10.00u in de ochtend het best presteren op cognitieve taakjes, afgenomen via de computer. Om deze kennis toe te kunnen passen en ook het effect van chronotype zo beperkt mogelijk te houden is er in dit onderzoek voor gekozen de participanten niet direct bij aanvang van de schooldag, maar pas in het tweede deel van de ochtend, na het speelkwartier, zo kort mogelijk na elkaar te testen. Op deze manier zullen variaties in de scores van de proefpersonen, door een andere reden dan slaapdeprivatie of –verlenging, tot een minimum beperkt worden.

De uitvoering van dit onderzoek zal een belangrijke aanvulling zijn op de kennis die wetenschappelijk onderzoek naar slaapdeprivatie en -verlenging heeft voortgebracht. Ten eerste wordt het merendeel van de slaaponderzoeken uitgevoerd bij volwassenen en ten tweede bevatten de meeste slaaponderzoeken geen experimentele onderzoeksopzet en duren deze niet langer dan slechts één dag. Dit onderzoek is vernieuwend binnen de wereld van het slaaponderzoek, doordat de proefpersonen basisschoolleerlingen zijn die middels een experimentele studie van drie weken getest zullen worden op de effecten van zowel slaapdeprivatie als slaapverlenging op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen. In tegenstelling tot vele andere onderzoeken naar slaapduur zal in het huidige onderzoek ook rekening gehouden worden met de kwaliteit van de slaap.

Wanneer zal blijken dat het werkgeheugen en de aandachtprocessen van de basisschoolleerlingen beter functioneren als het kind slaapverlenging heeft ondergaan, dan wanneer het slaaprestrictie heeft ondergaan of volgens het normale slaapschema heeft geslapen, kan worden gekeken naar de mogelijkheden om de slaapduur van basisschoolleerlingen te verlengen. Dit zou kunnen worden bewerkstelligd door slaapschema's samen te stellen die ouders toepassen op het slaapgedrag van hun kind. In het geval van een positief effect op werkgeheugen en aandacht bij slaapverlenging is het extra belangrijk aandacht te besteden aan de kinderen met slaapproblematiek, wat voorkomt bij circa 10% van de basisschoolleerlingen (Smits et al., 2001). Bij deze kinderen zal slaapverlenging via een schema in de meeste gevallen niet werken, waardoor gedacht kan worden aan een meer uitgebreide behandeling van de slaapproblematiek. De meest effectieve behandeling van slaapproblematiek bij kinderen en volwassenen geschiedt middels farmacotherapie (melatonine) in combinatie met psychoeducatie (Dost, 2011 & Boer, 2007). Verlenging van de slaapduur van kinderen met slaapproblemen door middel van melatonine is effectief gebleken. Zo komt uit een onderzoek van Smits et al. (2001) naar voren dat de slaapduur van kinderen in de melatonineconditie met gemiddeld 41 minuten verlengd werd. Ook Van der Heijden et al. (2007) vonden een verlenging van de slaapduur (26.9 +/- 47.8 minuten) middels toediening van melatonine bij kinderen met slaapproblemen. Voorbeelden van minder onderzochte technieken voor slaapduurverlenging bij kinderen met slaapproblemen zijn: aanpassen van de slaaprituelen, het verscherpen van de slaaphygiëne en vermindering van doorslaapproblemen. Van deze behandelingen is de effectiviteit echter nog niet wetenschappelijk bewezen.

Methoden

Participanten

Aan dit onderzoek hebben in totaal 57 kinderen deelgenomen, afkomstig uit een algemene populatie, in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. Wanneer hierna gesproken wordt over ‘basisschoolleeftijd’ of ‘basisschoolleerlingen’ wordt bedoeld: kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. Hiervan betreft het 36 meisjes (63.2%) en 21 jongens (36.8%). De gemiddelde leeftijd van de participanten is 9.9 jaar ($SD = .8$, min. = 7.9, max. = 11.4). De participanten zijn afkomstig uit het reguliere basisonderwijs, groep vijf en zes. Kinderen van gescheiden ouders, die tijdens de onderzoeksfase in verschillende gezinssystemen functioneren en slapen, werden geëxcludeerd. Er vond geen exclusie plaats van kinderen met psychopathologie boven het klinisch niveau ($T\text{-score} \geq 70$; na screening met de CBCL/6-18 jaar in de eerste fase). Ook kinderen met slaapproblemen werden niet geëxcludeerd, wel worden de resultaten van deze kinderen apart geanalyseerd. Daarnaast zal de verdeling van chronotype worden bekeken om eventuele bias ten opzichte van de resultaten te voorkomen.

Procedure

Voor de uitvoer van dit onderzoek zijn tientallen basisscholen, verspreid over heel Nederland, benaderd. Uiteindelijk hebben veertien basisscholen aangegeven mee te willen werken aan het onderzoek. Per basisschool hebben gemiddeld 60 kinderen, in groep vijf en zes, een brief meegekregen voor hun ouders, met een uitnodiging om te werken aan het slaaponderzoek. Per school gaven gemiddeld vier ouders/verzorgers (7% van de benaderden) aan mee te willen werken aan het onderzoek. Bij de participanten die toestemming hadden gekregen om mee te werken, zijn drie keer (met steeds een week ertussen) twee computertaakjes (de Ultimatum Game en de Trust-taak) en een geheugentaakje (WISC-III^{NL}; Cijferreeksen ‘Voorwaarts’ en ‘Achterwaarts’) afgenomen. Na de laatste testdag kregen de participanten een slaapdiploma. De ouders/verzorgers van de participanten hebben gedurende deze drie weken een slaaplogboek over hun kind bijgehouden. Daarnaast hebben ze ook ingevuld: de Nederlandse vertaling van de ‘Children’s Chronotype Questionnaire’ (CCTQ) (Werner et al, 2009; vertaald door Van der Heijden), de Nederlandse vertaling van de ‘Child Behavior Checklist’ (Achenbach & Rescorla, 2001; vertaald door Verhulst, Koot, Akkerhuis en Veerman), de vragenlijst ‘Children’s Sleep Habit Questionnaire’ (CSHQ) (Owens, 2000; vertaald door Van der Heijden) en een algemene vragenlijst. Zowel school als ouders/verzorgers hebben een informed consent ondertekend.

Meetinstrumenten

Het onderzoekstraject had een duur van drie weken en bestond uit vier onderdelen. Allereerst werd er drie dagen slaapverlenging en drie dagen slaaprestrictie toegepast bij de participanten. Ten tweede werden de participanten drie keer getest, ten derde hielden de ouders/verzorgers van de participanten drie weken lang een slaapdagboek over hun kind bij en als vierde onderdeel vulden de ouders/verzorgers een viertal vragenlijsten over hun kind in.

Het onderzoekstraject startte wegens logistieke redenen bij een deel van de participanten op maandag en bij het andere deel op dinsdag. Vanaf die dagen hielden ouders/verzorgers elke dag een slaapdagboek bij (zie bijlage 1). De eerste week ging het kind naar bed op de tijd die hij/zij gewend is, dit was de controle week (vanaf hier baselineweek genoemd). In de tweede week ging de helft van de participanten de drie dagen voor de testafname een uur *eerder* naar bed en ging de andere helft van de participanten deze drie dagen een uur *later* naar bed. In de laatste week van het onderzoek ging de groep die de week ervoor slaapverlenging had gekregen drie dagen lang een uur later naar bed en ging de andere groep drie dagen lang een uur eerder naar bed.

Gedurende het gehele onderzoek is bij alle participanten op donderdag- of vrijdagochtend (afhankelijk van de dag van aanvang van het onderzoek) een aantal tests afgenomen. De eerste testdag, aan het einde van de baselineweek, waarbij de participanten het gewone slaapritme hebben aangehouden, was ter controle. De tweede testdag vond exact een week later, op hetzelfde tijdstip, plaats. De drie nachten ervoor hadden de participanten slaapverlenging of slaaprestrictie gehad. Ook de derde testdag was exact een week later en ook hiervoor hadden de participanten drie nachten lang slaapverlenging of slaaprestrictie ondergaan. De drie testmomenten vonden voor alle participanten 's ochtends tussen 09.30u en 11.30u plaats en elke participant werd drie weken lang op hetzelfde tijdstip getest. Het testen duurde per keer circa 25 minuten. Gedurende deze tijd werden de 'Ultimatum Game' en de 'Face Reliability Task', allebei computertaakjes, en de WISC-III-^{NL} subtests 'Cijferreeksen Voorwaarts' en 'Cijferreeksen Achterwaarts' afgenomen. Omdat enkel de testresultaten van de WISC-III-^{NL} subtests van belang zijn voor dit onderzoek, zullen de computertaken niet verder worden toegelicht.

'Cijferreeksen', een subtest van de WISC-III-^{NL} (Wechsler Intelligence Scale for Children, derde editie; Wechsler, 1992; vertaald door Kort et al., 2002), is een taak waarbij aan het kind een reeks cijfers wordt voorgelezen en waarbij het kind deze cijfers moet herhalen in dezelfde volgorde (Voorwaarts) of in de omgekeerde volgorde (Achterwaarts). De

testleider leest de cijfers voor met een snelheid van één cijfer per seconde, waarbij de toon van de stem bij het laatste cijfer iets omlaag gaat. Voor dit onderzoek zijn twee parallelversies gemaakt. De participant krijgt tijdens de testtochtend cijferreeksen beginnend met twee cijfers en oplopend tot, bij de voorwaartse versie, negen of, bij de achterwaartse versie, acht cijfers. Voor elke opgave krijgt de participant twee pogingen (zie figuur 1). De participant wordt twee punten toegerekend wanneer deze beide pogingen correct doet, één punt als deze slechts één van de pogingen correct doet en 0 punten als beide pogingen incorrect zijn.

Opgave	Poging 1	Antwoord 1	Poging 2	Antwoord 2
1	2-5		4-6	
2	5-7-4		6-1-2	
3	7-2-9-6		6-1-5-8	
4	4-1-3-5-7		5-2-1-8-6	
5	1-6-5-2-9-8		7-9-6-4-8-3	
6	5-1-7-4-2-3-8		9-8-5-2-1-6-3	
7	1-6-4-5-9-7-6-3		2-9-7-6-3-1-5-4	
8	5-3-8-7-1-2-4-6-9		4-2-6-9-1-7-8-3-5	

Figuur 1: voorbeeld van een oefening 'Cijferreeksen Voorwaarts' van de WISC-III-NL

Zowel 'Cijferreeksen Voorwaarts' als 'Cijferreeksen Achterwaarts' van de WISC-III-NL doen een beroep op complexe aandachtprocessen en het werkgeheugen. Bij 'Cijferreeksen Voorwaarts' wordt meer aandacht dan werkgeheugen gemeten. Bij de achterwaartse variant gaat het om het functioneren van het werkgeheugen en in mindere mate om de aandachtprocessen.

Het vierde onderdeel van dit onderzoek bestond uit vier vragenlijsten (CCTQ, CBCL, CSHQ en een algemene vragenlijst) die door de ouders/verzorgers van de participanten werden ingevuld. De CCTQ is een vragenlijst die het chronotype (ochtend- of avondtype) van het kind bepaalt. De vragenlijst is bedoeld voor kinderen in de leeftijd van vier tot twaalf jaar en bestaat uit 27 items (Werner et al., 2009). De Nederlandse versie van de CCTQ bestaat uit tien items over de voorkeur voor activiteit of slaap tijdens verschillende dagdelen. Een voorbeeld van een van de itemvragen is: "Hoe alert is uw kind gedurende het eerste halfuur na ontwaken in de ochtend?". Elke vraag kan beantwoord worden met de antwoordcategorieën "helemaal niet alert", "een klein beetje alert", "matig alert", "behoorlijk alert" of "erg alert". Op basis van deze tien items kan het chronotype van het kind vastgesteld worden. De

minimale score die op deze schaal behaald kan worden is 10 en de maximale score is 49. Een score van 10 tot en met 23 wordt geclassificeerd als ochtend-chronotype (OC-type), een score van 24 tot en met 32 als gemiddeld-chronotype (GC-type) en een score van 33 tot en met 49 als avond-chronotype (AC-type). De psychometrische eigenschappen van de Nederlandstalige versie worden nog bepaald. In dit onderzoek wordt de CCTQ gebruikt ter controle van de verdeling van chronotype.

De CBCL is een vragenlijst die gedragsproblemen van kinderen in de leeftijd van zes tot en met achttien jaar meet (Achenbach & Rescorla, 2001). De vragenlijst wordt door de ouders/verzorgers ingevuld en bestaat uit 112 items die allemaal drie antwoordmogelijkheden op de Likert driepuntsschaal hebben liggen. Hierbij geldt 0= 'helemaal niet', 1= 'een beetje/soms' en 3= 'duidelijk/vaak'. Tevens is bij sommige items ruimte om het antwoord aan te vullen met eigen bevindingen. De 112 items zijn verdeeld over twaalf schalen (Nederlandse vertaling): 'angstig/depressief', 'teruggetrokken/depressief', 'lichamelijke klachten', 'sociale problemen', 'aandachtproblemen', 'denkproblemen', 'regelovertrekend gedrag', 'agressief gedrag', 'andere problemen', 'internaliserende problemen', 'externaliserende problemen' en 'totaal aan problemen'. In dit onderzoek wordt de CBCL gebruikt om de participanten op exclusiecriteria te screenen.

De CSHQ is een vragenlijst voor kinderen in de leeftijd van vier tot en met twaalf jaar (Owens, 2000). Het screeningsinstrument wordt ingevuld door een of beide ouders en bestaat uit zeven schalen (Nederlandse vertaling): 'weerstand van het kind bij het naar bed gaan', 'vertraging bij het in slaap vallen', 'parasomnia's', 'slaperigheid overdag', 'nachtelijke waakjes', 'ongewenste gebeurtenissen tijdens het slapen' en 'ademhalingsstoornissen tijdens het slapen'. Hiernaast wordt informatie gevraagd over de bedtijd, de tijd van opstaan en de totale slaapduur van het kind. In totaal bestaat de vragenlijst uit 45 items die zich richten op de frequentie van voorkomen van bepaald slaapgedrag. De drie antwoordmogelijkheden op elke vraag liggen op een Likert driepuntsschaal (1 = zelden, 2=soms, 3=meestal). Daarnaast vullen ouders in of ze de slaapproblemen ook daadwerkelijk als problematisch ervaren, waarbij 0= 'nee' en 1= 'ja'. De minimum score is 13 en de maximum score is 39. Hoe meer de score naar de maximum score neigt, hoe meer slaapproblemen het kind ervaart. De test-hertest betrouwbaarheid en de interbeoordelaar-betrouwbaarheid zijn gemiddeld tot goed. De Cronbach's Alpha varieert van 0.47 tot 0.68 (Waumans, Terwee, Van den Berg, Knol, Van Litsenburg & Gemke, 2010). In dit onderzoek wordt de CSHQ gebruikt om de participanten te screenen op slaapproblemen.

De algemene vragenlijst die de ouders van de participanten hebben ingevuld bestaat uit 22 open en gesloten vragen. Deze vragen betreffen objectieve gegevens zoals de gezinssituatie, opleidingsniveau en beroep van de ouders, maar ook simpelweg de geboortedatum en leeftijd van het kind. Deze vragenlijst wordt in dit onderzoek als controlemiddel gebruikt.

Tenslotte hebben de ouders van de participanten dagelijks een slaaplogboek (zie bijlage 1) bijgehouden, waarmee zowel de lengte als de kwaliteit van de slaap van de participanten gemeten kan worden (Sadeh et al., 1996). In dit logboek hielden de ouders bij hoe laat het kind wakker werd, of het kind gewekt moest worden, hoe het kind geslapen had (lengte, stemming, uitgeslapen gevoel en rustig of onrustig), hoe laat 's avonds het licht uitging, na hoeveel minuten het kind in slaap viel ($\alpha = .72$), hoeveel moeite het kind had met inslapen en of (en waarom en hoe lang) het kind 's nachts wakker werd ($\alpha = .83$). De gesloten vragen werden beantwoord op een Likert vijfpuntsschaal met als antwoordcategorieën: '--', '-', '0', '+' en '++'. Voor de kwaliteit van de slaap zijn subjectieve beoordelingen van de ouders gebruikt over in welke mate het kind rustig had geslapen, lang had geslapen, een uitgeslapen gevoel had en hoe zijn/haar stemming was na het opstaan.

Statistische Analyse

Aan de hand van het statistiekprogramma SPSS (versie 17.0 voor Microsoft Windows) zijn de uitkomsten van dit onderzoek geanalyseerd. Tijdens de data-inspectie is gekeken naar missende waarden in de dataset. Van deze missende waarden is een overzicht gemaakt om eventuele patronen te kunnen herkennen. Omdat er geen patronen zijn gevonden en aangezien er van deze zeven proefpersonen enkel de kwantitatieve slaapdata ontbreekt, is ervoor gekozen de overige resultaten van deze proefpersonen in de dataset te laten staan. Er zijn via boxplots zeven uitbijters opgespoord. Deze uitbijters laten geen patroon zien en wanneer deze uitgesloten worden van de analyse heeft dit hierop geen invloed. Daarom is besloten deze uitbijters in de dataset te laten staan. Uit de vragenlijsten bleek dat geen van de participanten aan slaapproblematiek lijdt, waardoor hier geen aparte analyse op hoeft worden uitgevoerd.

Omdat de drie testmomenten steeds 's ochtends plaatsvonden en er bewezen is dat chronotype van invloed is op de prestaties van het werkgeheugen en de aandachtprocessen op verschillende tijdstippen is gecontroleerd of deze eigenschap van de participanten normaal is verdeeld.

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag dienden er nieuwe variabelen te worden aangemaakt. De variabele 'Slaapduur' is het gemiddelde van de tijd die tussen het werkelijk in slaap vallen en wakker worden zit. Omdat eventuele nachtelijke waakjes een weinig betrouwbare variabele is, is ervoor gekozen deze variabele niet mee te nemen in de berekening van de slaapduur. Per experimentele conditie (baseline, slaapverlenging en slaaprestrictie) is de gemiddelde slaapduur in het programma Microsoft Excel berekend.

De variabele 'Slaapkwaliteit' is per experimentele conditie berekend via het slaaplogboek. Per dag heeft de ouder ingevuld in welke mate het kind rustig had geslapen, lang had geslapen, een uitgeslapen gevoel had en hoe zijn/haar stemming was. De score op deze vier items is per dag opgeteld en per conditie is de som van de dagscores berekend. Hoe hoger de score op deze variabele, hoe beter de slaapkwaliteit van het kind. Bij deze variabele moet rekening gehouden worden met het feit dat de scores bestaan uit subjectieve beoordelingen.

De variabele 'Werkgeheugen' wordt gevormd door het totaal aantal goede antwoorden op de WISC-III-^{NL} subtest 'Cijferreeksen Achterwaarts', berekend per experimentele conditie. De variabele 'Aandacht' wordt gevormd door het totaal aantal goede antwoorden op de subtest 'Cijferreeksen Voorwaarts' van de WISC-III-^{NL}, berekend per experimentele conditie.

Omdat de participanten in alle drie de condities van het experiment hebben bijgedragen is ervoor gekozen de resultaten te analyseren met behulp van een herhaalde metingen design. Hierbij is een posthoc-toets afgenomen om de drie condities per variabele te kunnen vergelijken. Hierbij geldt significantie bij een p -waarde van $\leq .05$. De toetsen zijn tweezijdig.

De gemiddelde scores op de variabelen van de kinderen die tijdens het onderzoek te maken hebben gehad met de ingang van de zomertijd zijn vergeleken met de gemiddelde scores op de variabelen van de kinderen die hier niet mee te maken hebben gehad. Deze analyse is uitgevoerd aan de hand van een onafhankelijke t -toets. Voor de uitvoer van deze toets is een nieuwe variabele 'Getest voor/na ingang zomertijd' aangemaakt. Ook bij deze toets geldt dat er significantie optreedt bij een p -waarde van $\leq .05$. De toets is tweezijdig.

Resultaten

In totaal zijn er van 50 kinderen geldige scores op de variabele ‘Slaapduur’ (in minuten), en van 57 kinderen geldige scores op de variabelen ‘Slaapkwaliteit’ (itemscore: min. = 7.00, max. = 20.00), ‘Werkgeheugen’ (itemscore: min. = 2.00, max. = 10.00) en ‘Aandacht’ (itemscore: min. = 9.00, max. = 28.00) verkregen. Van zeven participanten mist dus de kwantitatieve data (zie Tabel 1).

Het gemiddelde van de variabele ‘slaapduur’ is voor de baseline-, restrictie- en verlengingconditie respectievelijk 603, 569 en 638 minuten (tabel 1). De proefpersonen sliepen in de restrictieconditie gemiddeld 34 minuten minder dan in de baselineconditie en de verlengingconditie sliepen de proefpersonen gemiddeld 35 minuten meer dan in de baselineconditie.

De gemiddelde score op de variabele ‘slaapkwaliteit’ was voor de drie experimentele condities respectievelijk 15.17, 13.90 en 15.66 (zie Tabel 1). De kwaliteit in de restrictieconditie lag 1.09 punten lager dan de kwaliteit in de baselineconditie en .49 punten hoger in de verlengingconditie.

Tabel 1: Beschrijvende gegevens van de verdeling der variabelen (N=57) per experimentele conditie

	<i>N</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Zscheefheid</i>	<i>Zkurtosis</i>
<i>Baselineconditie</i>							
Slaapduur baseline (minuten)	50	492	667	603	35	-1.71	1.13
Slaapkwaliteit baseline	57	10.33	20.00	15.17	2.38	.20	-.55
Werkgeheugen baseline	57	2.00	8.00	4.98	1.35	.73	.06
Aandacht baseline	57	11.00	27.00	17.54	3.69	.80	-.11
<i>Restrictieconditie</i>							
Slaapduur restrictie (minuten)	50	497	643	569	31	.36	-.29
Slaapkwaliteit restrictie	57	7.00	20.00	13.90	3.00	-.11	-.74
Werkgeheugen restrictie	57	2.00	10.00	4.94	1.43	2.76	3.65
Aandacht restrictie	57	10.00	22.00	17.68	3.86	3.15	4.37
<i>Verlengingsconditie</i>							
Slaapduur verlenging (minuten)	50	560	706	638	33	-.52	-.57
Slaapkwaliteit verlenging	57	12.00	20.00	15.66	2.09	.40	-1.06
Werkgeheugen verlenging	57	2.00	10.00	5.22	1.62	.50	.97
Aandacht verlenging	57	9.00	28.00	18.22	3.82	2.49	.63
Missende waarden	7						
Geldige N	50						

Invloed van slaapduur en slaapkwaliteit op werkgeheugen.

Om te onderzoeken of er een verband bestaat tussen de slaapduur en het werkgeheugen en tussen de slaapkwaliteit en het werkgeheugen is eerst via een posthoc-toets in de herhaalde metingen gekeken of er een significant verschil bestaat tussen de resultaten van de drie parallelversies van de werkgeheugentaak.

In Tabel 2 is te zien dat er geen significant verschil is gevonden tussen de scores op de werkgeheugentaakjes tijdens de baseline-, slaaprestrictie- en slaapverlengingconditie. Tussen de slaaprestrictie- en slaapverlengingconditie zit het meeste verschil, namelijk .28 punten ($p=.452$). Dit is logisch gezien de slaapduur gemiddeld 69 minuten langer is in de verlengingconditie dan in de restrictieconditie.

Omdat de verschillen tussen de prestaties op de werkgeheugentaakjes in de drie condities niet significant zijn, is het niet relevant dat er gekeken wordt of deze verschillen veroorzaakt worden door de slaapduur en/of slaapkwaliteit.

Tabel 2: Posthoc-toets voor de variabele 'Werkgeheugen' ($\lambda=57$)

		Gemiddelde		
		J-I	Std. Error	p (Bonferroni)
Conditie (I)	Conditie (J)			
Baseline	Restrictie	.040	.208	1.000
	Verlenging	-.240	.226	.880
Restrictie	Baseline	-.040	.208	1.000
	Verlenging	-.280	.192	.452
Verlenging	Baseline	.240	.226	.880
	Restrictie	.280	.192	.452

Invloed van slaapduur en slaapkwaliteit op complexe aandachtprocessen.

Om te onderzoeken of er een verband bestaat tussen de slaapduur en de complexe aandachtprocessen en slaapkwaliteit en complexe aandachtprocessen is eerst via een posthoc-toets in de herhaalde metingen gekeken of er een significant verschil bestaat tussen de resultaten van de drie parallelversies van de complexe aandachttaak.

In Tabel 3 is te zien dat er geen significant verschil is gevonden tussen de scores op de complexe aandachttaakjes tijdens de baseline-, slaaprestrictie- en slaapverlengingconditie. Tussen de baseline- en slaapverlengingconditie zit het meeste verschil ($p=.478$). Dit betekent

dat de prestaties van de proefpersonen het meest verschillen van de baseline conditie wanneer ze meer hebben geslapen. Wanneer de kinderen een uur minder hebben geslapen verschilt de score niet van zowel de baseline- als de verlengingconditie.

Omdat de verschillen tussen de prestaties op de werkgeheugentaakjes in de drie condities niet significant zijn, is het niet relevant dat er gekeken wordt of deze verschillen veroorzaakt worden door de slaapduur en/of slaapkwaliteit.

Tabel 3: Posthoc-toets voor de variabele 'Complexe Aandachtprocessen' ($N=57$)

		Gemiddelde		
		J-I	Std. Error	<i>p</i> (Bonferroni)
Conditie (I)	Conditie (J)			
Baseline	Restrictie	-.180	.311	1.000
	Verlenging	-.440	.308	.478
Restrictie	Baseline	.180	.311	1.000
	Verlenging	-.260	.322	1.000
Verlenging	Baseline	.440	.308	.478
	Restrictie	.260	.322	1.000

In Tabel 4 is te zien dat er geen significant verschil is gevonden tussen de scores op de variabele 'Slaapkwaliteit' in de baseline-, slaaprestrictie- en slaapverlengingconditie. Het grootste verschil tussen de gemiddelde score op 'Slaapkwaliteit' is te vinden tussen de slaaprestrictie- en slaapverlengingconditie ($p=1.762$). Omdat de verschillen tussen de gemiddelde scores op de 'Slaapkwaliteit' niet significant zijn, is het niet relevant om deze gegevens verder te correleren met het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen.

Tabel 4: Posthoc-toets voor de variabele 'Slaapkwaliteit' ($N=57$)

		Gemiddelde		
		J-I	Std. Error	<i>p</i> (Bonferroni)
Conditie (I)	Conditie (J)			
Baseline	Restrictie	1.265	.296	.000
	Verlenging	-.496	.292	.287
Restrictie	Baseline	-1.265	.296	.000
	Verlenging	-1.762	.378	.000
Verlenging	Baseline	.496	.292	.287
	Restrictie	1.762	.378	.000

Uit de chronotype-inspectie is gebleken dat de verdeling scheef naar rechts verloopt. Van de participanten zijn er slechts twee met het ochtendtype (3.2%), 25 met het gemiddelde type (40.4%) en 17 met het avondtype (27.4%). Van 6 participanten ontbreken deze gegevens.

In Tabel 5 zijn het gemiddelde en de standaarddeviatie van de scores (op de vier variabelen in de drie condities) van de participanten die voor en na de intrede van de zomertijd zijn getest naast elkaar weergegeven. Hierbij geldt dat totaal geldige $N=50$, participanten getest vóór intrede van de zomertijd ($N=29$) en participanten getest ná intrede van de zomertijd ($N=21$).

Tabel 5: Beschrijvende gegevens over de scores van de variabelen in de twee zomertijdcondities ($N=50$)

	Getest voor intrede zomertijd ($N=29$)		Getest na intrede zomertijd ($N=21$)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
<i>Baselineconditie</i>				
Slaapduur baseline	10:03	0:40	10:04	0:26
Slaapkwaliteit baseline	15.21	2.24	15.20	2.63
Werkgeheugen baseline	5.06	1.22	4.90	1.55
Aandacht baseline	12.41	2.22	12.75	2.92
<i>Restrictieconditie</i>				
Slaapduur restrictie	9:32	0:33	9:35	0:28
Slaapkwaliteit restrictie	14.15	3.04	13.63	3.04
Werkgeheugen restrictie	4.82	1.20	5.15	1.76
Aandacht restrictie	12.51	2.22	13.20	3.40
<i>Verlengingsconditie</i>				
Slaapduur verlenging	10:40	0:37	10:37	0:26
Slaapkwaliteit verlenging	16.03	1.98	15.18	2.24
Werkgeheugen verlenging	4.93	1.60	5.70	1.59
Aandacht verlenging	12.55	2.51	13.75	2.02

In Tabel 6 zijn de resultaten van de analyse van de eventuele verschillen in gemiddelden van participanten die wel of niet te maken hebben gehad met de ingang van de zomertijd (27 maart 2011) weergegeven. In deze analyse zijn de scores van de drie condities met daarin alle variabelen (Slaapduur, slaapkwaliteit, aandacht en werkgeheugen) van de participanten die voor de ingang van de zomertijd zijn getest vergeleken met de scores op de condities van de participanten die na de intrede van de zomertijd ook nog zijn getest. Uit deze resultaten blijkt

dat de verschillen tussen de twee groepen participanten voor geen enkele variabele in geen enkele conditie significant zijn. Wel valt op dat in de verlengingsconditie de verschillen tussen de scores op de variabelen 'Slaapkwaliteit', 'Werkgeheugen' en 'Aandacht' groter zijn dan de overige verschillen. De variabele 'Slaapkwaliteit' uit deze conditie lijkt opvallend hoger bij de participanten die voor de intrede van de zomertijd zijn getest en de variabelen 'Werkgeheugen' en 'Aandacht' lijken opvallend hoger bij de participanten die na de intrede van de zomertijd ook nog zijn getest (zie ook Tabel 5).

Tabel 6: Onafhankelijke t-toets voor de variabele 'Getest voor/na ingang van de Zomertijd' ($N=50$)

		<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Baselineconditie</i>			
Slaapduur baseline	EVA ^a	.014	.989
	EVNA ^b	.015	.988
Slaapkwaliteit baseline	EVA	.182	.857
	EVNA	.177	.860
Werkgeheugen baseline	EVA	.545	.589
	EVNA	.526	.602
Aandacht baseline	EVA	-.485	.630
	EVNA	-.467	.644
<i>Restrictieconditie</i>			
Slaapduur restrictie	EVA	.800	.427
	EVNA	.825	.413
Slaapkwaliteit restrictie	EVA	.689	.494
	EVNA	.691	.493
Werkgeheugen restrictie	EVA	-.647	.520
	EVNA	-.611	.545
Aandacht restrictie	EVA	-.726	.471
	EVNA	-.659	.515
<i>Verlengingsconditie</i>			
Slaapduur verlenging	EVA	.539	.593
	EVNA	.568	.573
Slaapkwaliteit verlenging	EVA	1.488	.143
	EVNA	1.464	.151
Werkgeheugen verlenging	EVA	-1.501	.140
	EVNA	-1.502	.140
Aandacht verlenging	EVA	-1.594	.118
	EVNA	-1.646	.106

^aEVA = Equal variances assumed

^bEVNA = Equal variances not assumed

Discussie

De afgelopen tientallen jaren is veel onderzoek gedaan naar de invloed van slaapdeprivatie op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen (o.a. Ebbinghaus, 1885; Baddeley & Hitch, 1974; Wickens & Carswell, 1997; Beaulieu et al., 2000; Doran et al., 2001; Mu et al., 2005; Zerouali et al., 2009; Smith et al., 2010). Deze onderzoeken zijn veelal uitgevoerd bij volwassenen en hierin is geen rekening gehouden met de invloed van slaapkwaliteit op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen. Het huidige onderzoek heeft de invloed op een tweetal cognitieve functies door zowel slaapduur als slaapkwaliteit bij kinderen onderzocht. Er is onderzoek gedaan naar een verband tussen de slaapduur van kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar en de prestatie op taakjes die het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen meten. Daarnaast is ook gezocht naar een verband tussen de kwaliteit van de slaap van dezelfde kinderen op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen. De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidde: ‘Zijn slaapduur en slaapkwaliteit van invloed op het werkgeheugen en de complexe aandachtprocessen van kinderen tussen acht en twaalf jaar?’

De onderzoeksvraag is opgesplitst in twee delen: 1) de invloed van slaapduur en slaapkwaliteit op het werkgeheugen en 2) de invloed van slaapduur en slaapkwaliteit op complexe aandachtprocessen. Als eerste is gekeken of er een verband bestond tussen het functioneren van het werkgeheugen van kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar en de slaapduur en kwaliteit van de slaap van deze kinderen. Verwacht werd dat een kortere slaapduur een negatieve invloed heeft op het functioneren van het werkgeheugen en dat een langere slaapduur een positieve invloed heeft op het functioneren van het werkgeheugen. Daarnaast werd verwacht dat een betere slaapkwaliteit een positieve invloed heeft op het functioneren van het werkgeheugen en dat een slechtere slaapkwaliteit een negatieve invloed heeft op het functioneren van het werkgeheugen.

In eerdere associatiestudies is reeds aangetoond dat kinderen slechter presteerden op taakjes die het werkgeheugen meten, wanneer er van te voren slaapdeprivatie had plaatsgevonden (Steenari et al., 2003 & Kopasz et al., 2009). In het huidige, experimentele onderzoek was na de slaapdeprivatie een afname van de score op het werkgeheugentaakje waar te nemen. Na de slaapverlenging was een toename van de score op dit taakje waar te nemen. Zowel de afname als toename zijn echter niet significant. Een aantal factoren kan deze resultaten mogelijk beïnvloed hebben. Zo moet rekening worden gehouden met het feit dat de enige werkgeheugentaak in dit onderzoek (WISC-III-^{NL} ‘Cijferreeksen Achterwaarts’)

uit slecht veertien pogingen bestaat, hetgeen de betrouwbaarheid van de resultaten negatief kan beïnvloeden. Daarnaast kon waarschijnlijk geen significantie bereikt worden met het gevonden effect doordat de steekproef uit slechts 57 participanten bestond. Dit aantal is te gering, waardoor de power van de steekproef te laag is. Aan de hand van deze resultaten kan gesteld worden dat het voor het werkgeheugen van basisschoolleerlingen geen significant verschil uitmaakt of ze een uur eerder of later naar bed gaan. De invloed van slaapverlenging en –restrictie zou wel een significant verschil op het functioneren van het werkgeheugen kunnen veroorzaken als deze verlenging/restrictie meer dan één uur bedraagt, of als er langduriger sprake is van slaaprestrictie.

Uit het geringe aantal onderzoeken naar de invloed van slaapkwaliteit op de prestatie van volwassenen en kinderen op werkgeheugentaakjes, kwam naar voren dat ook de kwaliteit van slaap van invloed is op de score op deze taakjes. Hoe hoger de kwaliteit van de slaap, hoe beter de score op de werkgeheugentaakjes (Nebes et al., 2001 & Steenari et al., 2003). Uit het huidige onderzoek bleek geen significant effect te bestaan tussen de kwaliteit van de slaap van kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar en het functioneren van het werkgeheugen. Wel was er een verschil waar te nemen tussen de scores wanneer de slaapkwaliteit ‘goed’ was en wanneer deze ‘slecht’ was: er is een trend waar te nemen dat een hogere slaapkwaliteit in verband staat met een hogere prestatie van het werkgeheugen. Omdat de slaapkwaliteit in dit onderzoek echter niet gemanipuleerd is, is niet bekend of de kwaliteit van de slaap daadwerkelijk van invloed is op het presteren van het werkgeheugen of dat het presteren van het werkgeheugen invloed heeft op de kwaliteit van de slaap. Daarnaast geldt in deze situatie dat rekening moet worden gehouden met het feit dat het werkgeheugen middels slechts één taakje van veertien items is gemeten (zie vorige alinea) en dat de power van de steekproef laag is. Daarnaast is slaapkwaliteit een subjectieve factor waarvan de betrouwbaarheid niet hoog is en zal ook de betrouwbaarheid van de factor slaapduur lager zijn uitgevallen dan gewenst. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt doordat de slaapverlenging en –beperking bij een deel van de kinderen niet of niet correct heeft plaatsgevonden. Een aantal redenen hiervoor is dat de ouders zich niet altijd aan het slaapschema hielden of doordat de kinderen in de basisconditie te lang of te kort sliepen. Omdat nooit achterhaald kan worden bij welke proefpersonen dit het geval is, zijn er geen kinderen geëxcludeerd, wat de resultaten negatief kan hebben beïnvloed. Uit de vergelijking van de resultaten van ‘goede’ en ‘slechte’ slapers kan worden geconcludeerd dat de kwaliteit van de slaap geen significant verschil in de prestaties van het werkgeheugen veroorzaakt. Wanneer basisschoolleerlingen hun slaap als

‘slecht’ (onrustig, te kort, vaak wakker worden, etc.) ervaren heeft dit geen negatieve invloed op de prestaties van het werkgeheugen. Ook wanneer basisschoolleerlingen hun slaapkwaliteit als ‘goed’ ervaren, heeft dit geen significante gevolgen voor het functioneren van het werkgeheugen.

Dat de bevindingen met betrekking tot de slaapduur en slaapkwaliteit en de invloed hiervan op het werkgeheugen niet significant blijken, wil niet zeggen dat de duur en kwaliteit van slaap geen enkele rol speelt in het functioneren van het werkgeheugen. Omdat er zowel voor de duur als de kwaliteit van de slaap een trend te zien is in de vorm van een positief verband ten opzichte van het functioneren van het werkgeheugen, kan hier door ouders van basisschoolleerlingen rekening mee worden gehouden met betrekking tot de inachtneming van het slaapschema.

Uit vorige studies naar de invloed van slaapduur op complexe aandachtprocessen bij kinderen kwam naar voren dat lengte van de slaap van invloed is op de prestatie op taakjes die aandachtprocessen meten (Steenari et al., 2003 & Kopasz et al., 2009). Het huidige onderzoek toonde echter geen significant verband tussen slaapduur en aandacht aan. Net zoals bij het werkgeheugen was er in dit geval wel een lichte trend zichtbaar. Hiervoor gelden dezelfde verklaringen als hierboven bij werkgeheugen gegeven. Naar aanleiding van deze resultaten kan gesteld worden dat het voor de prestatie van de complexe aandachtprocessen van basisschoolleerlingen niet uitmaakt of ze een uur eerder of later naar bed gaan. Het is niet bekend of dit ook geldt voor meer dan één uur slaapverlenging of –restrictie. De uitkomst van dit onderzoek spreekt echter de resultaten uit het artikelreview van Kopasz en collega’s (2009) tegen. Uit deze studie blijkt dat de werking van complexe cognitieve functies van kinderen, waaronder complexe aandachtprocessen, eerder afneemt na slaapdeprivatie dan minder complexe functies. Wel sluiten de bevindingen van het huidige onderzoek aan op de resultaten van Lim en Dinges (2008). Deze onderzoekers stellen juist dat complexe aandachtprocessen het minst snel worden aangetast door slaapdeprivatie en dat deze gecompenseerd kunnen worden door andere cognitieve domeinen. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met het gegeven dat dit onderzoek enkel is uitgevoerd onder volwassenen.

In de vorige studies naar de invloed van de kwaliteit van de slaap op complexe aandachtprocessen werd gevonden dat een hogere kwaliteit van de slaap een positieve invloed heeft op het functioneren van de complexe aandachtprocessen (Nebes, et al., 2001 & Steenari et al., 2003). Dit onderzoek vond echter geen significant verband tussen de kwaliteit van de

slaap en het functioneren van de aandachtprocessen bij kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. In tegenstelling tot de vorige onderdelen van dit onderzoek is er geen trend waar te nemen in de scores op het aandachttaakje en de verschillende slaapcondities. Een verminderde slaapkwaliteit lijkt geen of nauwelijks in verband te staan met de prestatie op het aandachttaakje. Hier zou een verklaring voor kunnen zijn dat de complexe cognitieve domeinen het minst door slaapdeprivatie en verminderde slaapkwaliteit worden beïnvloed doordat dit negatieve effect gecompenseerd kan worden door andere cognitieve domeinen (Lim & Dinges, 2008). Een andere verklaring kan zijn dat de kwaliteit van de slaap simpelweg niet relevant is voor de complexe cognitieve domeinen. Wel moet ook in dit geval rekening worden gehouden met het feit dat de 'slaapkwaliteit' erg subjectief is en daarmee niet erg betrouwbaar. Naar aanleiding van deze gegevens kan geconcludeerd worden dat het voor de prestaties van de complexe aandachtprocessen van basisschoolleerlingen niet relevant is of ze hun slaap als kwalitatief 'goed' of 'slecht' ervaren.

Op de onderzoeksvraag ('Zijn slaapduur en slaapkwaliteit van invloed op het werkgeheugen en de complexe aandachtprocessen van kinderen tussen acht en twaalf jaar?') kan dus als antwoord gegeven worden dat zowel slaapduur als slaapkwaliteit geen significante invloed hebben op het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen van kinderen tussen acht en twaalf jaar. Wel kan gesteld worden dat er een trend is waar te nemen wat betreft de invloed van de slaapduur en slaapkwaliteit op het werkgeheugen en wat betreft de invloed van slaapduur op complexe aandachtprocessen. Wanneer de kinderen een uur minder dan gewoonlijk slapen gaan de prestaties van het werkgeheugen en complexe aandachtprocessen achteruit. Ondanks de niet-significante resultaten kan door ouders rekening met deze kennis worden gehouden, door de kinderen in ieder geval niet later naar bed te brengen/laten gaan. Wanneer uit vervolgonderzoek, met een grotere steekproef, zou blijken dat een uur langer slapen een positief significant verschil op werkgeheugen en/of aandachttaakjes veroorzaakt en daardoor beter zicht komt op de optimale slaapduur bij kinderen (in de basisschoolleeftijd) kan dit veel betekenen voor zowel het kind, de ouders als de school.

Dit onderzoek kent een aantal punten van aandacht. Het belangrijkste punt waaraan in dit onderzoek extra aandacht besteedt dient te worden is de steekproef. Doordat dit voor zowel de ouders als het kind een redelijk intensieve studie betrof hebben slechts 57 van de ruim 700 benaderde ouders aangegeven mee te willen werken aan het onderzoek. Door het testen van

een kleine steekproef is niet alleen de power van het statistische gedeelte van het onderzoek te laag, maar zijn ook de resultaten niet generaliseerbaar naar alle Nederlandse kinderen in de leeftijd van acht tot twaalf jaar. Daarnaast is zowel het werkgeheugen als de complexe aandacht gemeten door slechts één taakje per cognitieve functie. Omdat deze twee taakjes uit respectievelijk slechts zestien en veertien opgaven bestaan is de betrouwbaarheid wellicht negatief beïnvloed.

Het logboek en de slaapvragenlijsten die in het onderzoek zijn gebruikt geven enkel subjectieve informatie die niet te controleren is. Vooral met de interpretatie van de logboekgegevens moet voorzichtig worden omgesprongen, omdat de ervaring leert dat deze niet altijd even nauwkeurig wordt bijgehouden.

Ook moest rekening worden gehouden met de intrede van de zomertijd, midden in het experiment. Bij circa de helft van de kinderen viel de intrede van de zomertijd in de tweede of derde week van het slaaponderzoek. De andere helft van de kinderen waren al klaar met het onderzoek toen de zomertijd begon. Ondanks het feit dat de zomertijd in het weekend, na de eerste of tweede testweek viel, bestond er een kans dat de testresultaten hierdoor negatief beïnvloed waren. Uit de vergelijkingsanalyse van de testresultaten van de participanten die wel en niet te maken hebben gehad met de intrede van de zomertijd is gebleken dat er geen significante verschillen tussen deze testresultaten bestaan. Echter, opvallend zijn de grote verschillen in resultaten in de verlengingsconditie. Basisschoolleerlingen die ook nog na de intrede van de zomertijd getest zijn lijken na slaapverlenging een betere prestatie van het functioneren van de aandacht en het werkgeheugen te leveren dan basisschoolleerlingen die voor de intrede van de zomertijd zijn getest. Daarentegen geven de leerlingen die voor de intrede van de zomertijd zijn getest aan een betere slaapkwaliteit te hebben ervaren in de slaapverlengingconditie dan de leerlingen die ook nog na de intrede van de zomertijd zijn getest.

Ten slotte was de factor chronotype niet normaal verdeeld. Hierdoor kan een eventueel verschil in het effect van slaapverlenging en –restrictie tussen ochtend- en avondtypes niet zijn opgemerkt.

De kennis dat de slaap van kinderen zowel in lengte als in kwaliteit van invloed kan zijn op het functioneren van het werkgeheugen en aandacht, en daarmee het functioneren op school, is een belangrijk gegeven voor ouders en scholen. Vervolgonderzoek met een grotere populatie kinderen in een meer uitgestrekte leeftijdscategorie zou de generaliseerbaarheid van

de resultaten in grote mate kunnen bevorderen. Ook wanneer parallelversies van de taakjes op verschillende dagdelen worden afgenomen kan de betrouwbaarheid van de resultaten vergroot worden. Daarnaast zou slaap bij kinderen ook in verband kunnen worden gebracht met andere cognitieve functies, zoals taal en spraak, om via die weg de schoolse, maar ook dagelijkse prestaties te kunnen verbeteren.

Literatuur

- Achenbach, T.M. & Rescorla, L.A. (2001). Nederlandse vertaling door Verhulst, F.C., Koot, J.M., Akkerhuis, G.W., & Veerman, J.W. (1996). *Praktische handleiding voor de CBCL*. Assen: Van Gorcum & Comp B.V.
- Andersson, V., Northam, E., Hendy, J. & Wrennal, J. (2002) *Developmental Neuropsychology, a clinical approach*. New York: Psychology Press.
- Baddeley, A.D. (2003). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D., & Della Sala, S. (1996). Working memory and executive control. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 351, 1397-1404.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G.J. (1974). Working memory. *The Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-90
- Beaulieu, I. & Godbout, R. (2000). Spatial learning on the Morris Water Maze test after a short-term paradoxical sleep deprivation in the rat. *Brain and Cognition*, 43, 27-31.
- Bernstein, D.A., Penner, L.A., Clarke-Stewart, A. & Roy, E.J. (2008). *Psychology*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Boer, F. (2007). Slaapstoornissen bij zuigelingen en peuters. In Verheij, F., Verhulst, F.C. & Ferdinand, R.F. *Kinder- en Jeugdpsychiatrie: Behandeling en begeleiding* (p.20-30). Assen, Nederland: Van Gorcum.
- Bonnet, M. H. (1994). Sleep deprivation. In M. H. Kryger, T. Roth, & W. C. Dement (Eds.), *principles and practice of sleep medicine* (2nd ed., pp. 50–67). Philadelphia: W. B. Saunders.
- Buysse, D.J., Reynolds, C.F., Monk, T.H., Berman, S.R. & Kupfer, D.J. (1988). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 193–213.
- Cowan, N. (2005). Working memory capacity. *Essays in cognitive psychology*. New York: Psychology Press.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in Brain Research*. 169, 323-338
- Doran, S.M., Van Dongen, H.P. & Dinges, D.F. (2001). Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Archives Italiennes de Biologie* 139, 253–267.
- Dost, D. (2011). Farmacotherapie bij slaapproblemen. *Bijblijven*, 2011, 1, 30-36.
- Ebbinghaus, H. (1885). Über das Gedächtnis. *Untersuchungen zur Experimentellen*

- Psychologie. Leipzig: Duncker und Humblot.
- Heijden, K.B., Van der, Sonnevile, L.M.J. de & Althaus, M. (2010). Time-of-day effects on cognition in preadolescents: a trails study. *Chronobiology*, 27, 1870-1894.
- Heijden, K.B. Van der, Smits, M.G., Someren, E.J.W. Van, Ridderinkhof, K.R. & Gunning, W.B. (2007). Effect of melatonin on sleep, behavior, and cognition in ADHD and chronic sleep-onset insomnia. *Journal of the American Academy of Child and Adolescence Psychiatry*, 46, 2, 233-241.
- Iliescu, E.A., Coe H, McMurray, M.H., Meers, C.L., Quinn, M.M., Singer, M.A. & Hopman, W. (2003). Quality of sleep and health-related quality of life in haemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 18, 126–32.
- Kopasz, M., Loessl, B., Valerius, G. Koenig, E., Matthaes, N., Hornvak, M., Kloepfer, C., Nissen, C., Riemann, D. & Voderholzer, U. (2010). No persisting effect of partial sleep curtailment on cognitive performance and declarative memory recall in adolescents. *Journal of Sleep Research*, 19, 71-79.
- Lim, J., & Dinges, D.F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136, 357-389.
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129, 305–322.
- Luna, B., Garver, K.E., Urban, T.A., Lazar, N.A. & Sweeney, J.A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75, 1357-1372.
- Maquet, P., Smith, C., and Stickgold, R. (2003). *Sleep and Brain Plasticity*. Oxford University Press.
- Matchock, R.L. & Mordkoff, J.T. (2009). Chronotype and time-of-day influences on the alerting, orienting, and executive components of attention. *Experimental brain research*, 192, 189-198.
- Mu, Q.W., Mishory, A., Johnson, K.A., Nahas, Z., Kozel, F.A., Yamanaka, K., Bohning, D.E. & George, M.S. (2005). Decreased brain activation during a working memory task at rested baseline is associated with vulnerability to sleep deprivation. *Sleep*, 28, 433-446.
- Naëgelé, B., Launois, S.H., Mazza, S., Feuerstein, C., Pépin, J. & Lévy, P. (2006). Which Memory Processes are Affected in Patients With Obstructive Sleep Apnea? An Evaluation of 3 Types of Memory. *Sleep*, 29, 533-544.

- Nebes, R.D., Buysse, D.J., Halligan, E.M., Houck, P.R. & Monk, T.H. (2011). Self-Reported Sleep Quality Predicts Poor Cognitive Performance in Healthy Older Adults. *The Journals of Gerontology*, 64B, 180-187.
- Owens, J.A., Spirito, A. & McGuinn, M. (2000). The Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ): Psychometric properties of a survey instrument for school-aged children. *Sleep*, 33, 1-9.
- Pilcher, J. J., & Huffcutt, A. I. (1996). Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis. *Sleep*, 19, 318– 326.
- 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, 444-455.
- Sadeh, A. (1996). Evaluating Night Wakings in Sleep-Disturbed Infants: A Methodological Study of Parental Reports and Actigraphy. *Pediatrics and Sleep*, 19, 757-762.
- Smith, M.E., McEvoy, L.K. & Gevins, A. (2010). The impact of moderate sleep loss on neurophysiologic signals during working-memory task performance. *Sleep*, 25, 784-794.
- Smits, M.G., Nagtegaal, E.E., Heijden, J. Van der, Coenen, A.M.L. & Kerkhof, G.A. (2001). *Melatonin for Chronic Sleep Onset Insomnia in Children: A Randomized Placebo-Controlled Trial*. *Journal of Child Neurology*, 16, 2, 86-92.
- Steenari M.R., Vuontela V., Paavonen E.J., Carlson S., Fjallberg M. & Aronen E.T. (2003). Working memory and sleep in 6-to 13-year-old schoolchildren. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 42, 85-92.
- Testu, F. & Clasrisse, R. (1999). Time-of-day and day-of-week effects on mnemonic performance. *Chronobiology International*, 16, 491-503.
- Verstraeten, E., Cluydts, R., Pevernagie D. & Hoffmann, G. (2004). Executive function in sleep apnea: Controlling for attentional capacity in assessing executive attention. *Sleep*, 27, 685-693.
- Waumans, R. C., Terwee, C. B., Berg, G. van den, Knol, D. L., Van Litsenburg, R. R. L. & Gemke, R. J. B. J. (2010). Sleep and sleep disturbance in children: Reliability and validity of the Dutch version of the Child Sleep Habits Questionnaire. *Sleep*, 33, 841-845.
- Wechsler, D. (1992). WISC-III Nederlandstalige bewerking door Kort, W., Schittekatte M., Bosmans M., Compaan E.L., Dekker P.H, Vermeir G.& Verhaeghe P. (2002).

Amsterdam: Uitgeverij Boom.

- Wenar, C. & Kerig, P. (2005). *Developmental Psychopathology*. New York: McGraw-Hill Education.
- Werner, H., Lebourgeois, A., Geiger, A. & Jenni, O.G. (2009). Assessment of Chronotype in Four- to Eleven-Year-Old Children: Reliability and Validity of the Children's ChronoType Questionnaire (CCTQ). *Chronobiology International*, 26, 992-1014.
- Wickens, C.D. & Carswell, C.M. (1997). Information Processing. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of human factors and ergonomics*, 89-122. New York: Wiley Interscience.
- Zerouali, Y., Boutheina, J. & Godbout, R. (2009). The effects of early and late night partial sleep deprivation on automatic and selective attention: An ERP study. *Brain Research*, 1308, 87 – 99.

Bijlage

Slaaplogboek