

# Cognitieve Belasting van Leerlingen in het Passend Onderwijs

Themagebied: ICT in Onderwijs en Opleiding

**Masterthesis  
Master Onderwijswetenschappen**

**2015-2016**

**Student:** S.J. Timmermans, MSc/Orthopedagoog

**Studentnummer:** 3506657

**Opdrachtgever:** CLU Leermiddelen Adviescentrum

**1<sup>e</sup> beoordelaar:** dr. S.A.F. Peters

**2<sup>e</sup> beoordelaar:** drs. J.G.M. Jaspers

**Datum:** 27 juli 2016

Aantal woorden: 8.000

## Cognitieve Belasting van Leerlingen in het Passend Onderwijs

Cognitieve belasting (*cognitive load*), en daarbij de *Cognitive Load Theory*, is een belangrijk begrip binnen instructie design, de ontwikkeling van leermiddelen (Valcke, 2010). De kenmerken en mogelijkheden van het werkgeheugen zijn bepalend voor een goede informatieverwerking en daarmee de mate van cognitieve belasting (Valcke, 2010). Leerlingen met ASS en ADHD verwerken informatie op een andere manier (Dunn & Bennett, 2002; Tomchek & Dunn, 2007). Deze leerlingen hebben sinds de invoering van de wet Passend Onderwijs een plek gekregen in het regulier onderwijs. **Onderzoeksvraag:** Om te onderzoeken of leerlingen met ASS en ADHD meer cognitieve overbelasting ervaren is de volgende onderzoeksvraag gesteld: *Wat is het verschil in de mate van cognitieve belasting tussen leerlingen met een beperkte informatieverwerking en reguliere leerlingen bij het gebruik van leermiddelen die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten en leermiddelen die dat niet doen?* **Methode:** Er is exploratief kwantitatief onderzoek gedaan. De cognitieve belasting is gemeten door de *mental load*, de cognitieve belasting die toe te schrijven is aan de kenmerken van leermiddelen, en de *mental effort*, de ervaren mentale inspanning, te meten. De participanten zijn basisschoolleerlingen uit de bovenbouw van het regulier onderwijs (N=45). De participanten hebben twaalf leertaken gemaakt die leiden tot een lage en hoge cognitieve belasting. Na elke leertaak hebben zij in een zelfrapportage aangegeven hoeveel moeite deze leertaak gekost heeft. **Resultaten:** Het resultaat van een MANOVA (Multivariate analysis of variance) is dat in dit onderzoek leerlingen met een beperkte informatieverwerking niet eerder cognitief overbelast raken dan reguliere leerlingen door leermiddelen die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten. De ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002) lijken evenzeer belangrijk voor de reguliere leerlingen. **Discussie:** De uitkomsten van huidig onderzoek kunnen zicht geven op de implicaties voor het ontwikkelen van leermiddelen en het realiseren van kwalitatief goed onderwijs voor alle leerlingen in de klas. Het is belangrijk dat het onderzoek herhaald wordt met leertaken die met enige mate van zekerheid aansluiten bij het niveau van de leerlingen in groep 6, 7 of 8. Hierbij gaat de voorkeur uit naar grotere onderzoeksgroepen.

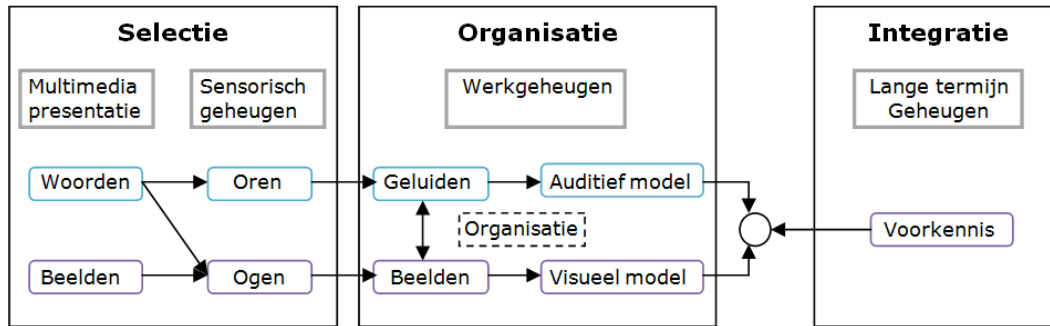
**Kernbegrippen:** Passend Onderwijs, cognitieve belasting, mental load, mental effort, instructie design.

## Cognitieve belasting van leerlingen in het Passend Onderwijs

Er is veel onderzoek gedaan naar cognitieve belasting. Dit is een belangrijk aspect van het ontwerp proces van leermiddelen (Chandler & Sweller, 1991; Mayer & Moreno, 2003; Sweller, 1994). Het is nog onduidelijk of de implicaties voor het ontwerpen van leermiddelen voor reguliere leerlingen, die voortkomen uit de *Cognitive Load Theory*, ook van toepassing zijn op leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking. Om voor kwalitatief goed onderwijs te zorgen voor alle leerlingen in een heterogene klas is het belangrijk dat er meer onderzoek wordt gedaan naar de verschillen tussen leerlingen wat betreft de leervoorkeuren (Shute & Zapata-Rivera, 2008). Het regulier onderwijs bevat veel heterogene klassen als gevolg van de invoering van de wet Passend Onderwijs in augustus 2014. De wet stelt dat samenwerkingsverbanden van scholen verplicht zijn een passende onderwijsplek te bieden aan leerlingen die extra ondersteuning nodig hebben. Dit zijn bijvoorbeeld leerlingen met een autismespectrumstoornis (ASS) en een *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD). Deze leerlingen hebben andere gedragsmatige, psychologische en cognitieve kenmerken dan reguliere leerlingen (Hallahan, Kauffman & Pullen, 2012). Huidig onderzoek onderzoekt daarom of er verschillen zijn in de mate van cognitieve belasting tussen leerlingen met een beperkte informatieverwerking en reguliere leerlingen.

### **Cognitieve Belasting**

Cognitieve belasting (*cognitive load*) is een belangrijk begrip binnen instructie design, de ontwikkeling van leermiddelen. Het zijn de beperkingen van ons cognitieve verwerkingsmodel die de leerling ervaart tijdens het oplossen van een leertaak (Valcke, 2010). De *Cognitive Load Theory* (CLT) is onder anderen geïntroduceerd door Sweller (1994). De theorie gaat uit van de volgende assumpties: 1) Het werkgeheugen kan maar een beperkt aantal kenniselementen tegelijkertijd verwerken, 2) het langetermijngeheugen is onbeperkt en kan gebruikt worden om de beperkingen van het werkgeheugen op te vangen, 3) schema's structureren de informatie in het geheugen hetgeen er voor zorgt dat minder werkgeheugen en geheugencapaciteit nodig is, en 4) automatisering is mogelijk waardoor schema's sneller en minder bewust verwerkt moeten worden. Dit verlaagt ook de belasting van het werkgeheugen (Valcke, 2010).



Figuur 1. Het informatieverwerkingsmodel (Mayer & Moreno, 2003).

Het werkgeheugen speelt een belangrijke rol binnen de CLT. De kenmerken en mogelijkheden van het werkgeheugen zijn bepalend voor een goede informatieverwerking en daarmee voor een bepaalde mate van cognitieve belasting (Valcke, 2010). Het verwerken van informatie vindt plaats in drie stappen, zoals weergegeven in Figuur 1: Het informatieverwerkingsmodel (Mayer & Moreno, 2003). Stap 1 is de selectie van relevante sensorische informatie in het sensorisch geheugen, stap 2 is de organisatie van de geselecteerde informatie tot mentale modellen in het werkgeheugen en stap 3 is de integratie van deze mentale modellen en de beschikbare voorkennis tot nieuwe kennis in het langetermijngeheugen. De pijlen in het model zijn representaties voor de cognitieve processen (Mayer & Moreno, 2003).

Het beperkte werkgeheugen, zowel in vermogen als in duur van de opslag, werkt samen met het onbeperkte langetermijngeheugen (Paas, Van Gog & Sweller, 2010). Het werkgeheugen moet de informatie verwerken voordat of nadat het wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen. Daarbij moet de informatie betekenisvol, in hiërarchisch georganiseerde schema's, worden opgeslagen in het langetermijngeheugen, omdat dit van invloed is op de prestaties die door het individu geleverd kunnen worden (Paas et al., 2010). Het werkgeheugen van leerlingen moet niet overbelast worden door gepresenteerde informatie. De presentatie van nieuwe informatie moet daarom zorgvuldig gekozen worden om betekenisvolle verwerking en opslag mogelijk te maken (Paas et al., 2010).

Paas (1992) beschrijft de tweedeling van *mental load* en *mental effort*. Dit zijn de twee componenten van het multidimensionale begrip cognitieve belasting. Mental load is de belasting die toegeschreven kan worden aan kenmerken van de instructie/taak. Het gaat er daarbij om welke factoren belangrijk zijn om de cognitieve belasting te verminderen. Mental effort is de vereiste cognitieve inspanning om de taak uit te voeren. De intensiteit van de ervaren mental effort is een indicatie voor de cognitieve belasting die vereist is voor een taak.

Taken met duidelijke schema's en die een mindere mate van cognitieve capaciteit vereisen, vereisen ook een lager niveau van mental effort. Het is dus belangrijk om meer te weten over de ervaren mental effort, omdat dit belangrijke gevolgen kan hebben voor de randvoorwaarden van leermiddelen (Paas, 1992).

### **Ontwerp Principles in Relatie tot Cognitieve Belasting**

De cognitieve belasting bepaalt hoe leerlingen omgaan met het materiaal en is daarmee een essentieel aspect van het ontwerp proces (Chandler & Sweller, 1991; Mayer & Moreno, 2003; Sweller, 1994). Bij het ontwerpen van leermiddelen gaat het er om dat het werkgeheugen geoptimaliseerd wordt, effectieve informatieverwerking mogelijk is en cognitieve overbelasting voorkomen wordt, om zo informatie betekenisvol te kunnen opslaan in het langetermijngeheugen (De Jong, 2010). Kenmerken van leermiddelen kunnen de cognitieve belasting in positieve en negatieve zin beïnvloeden. Als er geen effectieve informatieverwerking mogelijk is, vereist een leermiddel te veel cognitieve belasting en wordt het leren belemmerd (Mayer & Moreno, 2003).

Een eerste aanbeveling voor het ontwerp proces is dat informatie zo gestructureerd mogelijk wordt aangeboden (Chandler & Sweller, 1991). Als informatie mentaal geïntegreerd moet worden is het belangrijk dat conventionele instructie wordt vervangen door de combinatie van tekst en beeld. Dit is het multimediatechnische principe, dat stelt dat het beter is informatie aan te bieden met tekst en beeld in plaats van alleen met tekst (Mayer & Moreno, 2002; zie ook Figuur 1). Eén kanaal kan minder informatie verwerken dan twee kanalen. Dat betekent dat het werkgeheugen eerder overbelast wordt als informatie via één kanaal wordt aangeboden (Brünken, Plass & Leutner, 2004). Daarom kan het modaliteitsprincipe toegepast worden, dat stelt dat het beter is om informatie aan te bieden via zowel het visuele als het auditieve kanaal. Het gaat hierbij om functionele informatie. Deze informatie wordt dan beter opgenomen (Brünken et al., 2004). Beelden/geluiden/tekst moeten zo dicht mogelijk bij elkaar staan, het zogenoemde nabijheidsprincipe (Mayer, 2003). Een laatste aanbeveling betreft het coherentieprincipe en het redundantieprincipe (Mayer, 2003; Mayer & Moreno, 2002). Dit betekent dat overbodige informatie weggelaten of geïsoleerd gepresenteerd wordt. Extra, overbodige informatie is niet nodig voor mentale integratie van de informatie (Chandler & Sweller, 1991). Overbodige zintuiglijke waarnemingen worden ook weggelaten. Extra afbeeldingen zorgen niet voor diepere verwerking (Mayer & Moreno, 2002).

### **Ontwerp Principles en Informatieverwerking in Relatie tot ASS en ADHD**

Sinds de invoering van de wet Passend Onderwijs zitten er steeds vaker leerlingen met verschillende leervoorkeuren bij elkaar in de klas. Bij het ontwerpen van leermiddelen moet

aandacht zijn voor de verschillen tussen leerlingen (Shute & Zapata-Rivera, 2008). Er kan gesteld worden dat leerlingen met ASS en ADHD informatie op een andere manier verwerken dan reguliere leerlingen (Dunn & Bennett, 2002; Leekam, Nieto, Libby, Wing & Gould, 2007; Tomchek & Dunn, 2007). Hierbij wordt uitgegaan van het informatieverwerkingsmodel in Figuur 1. Leerlingen met ASS hebben moeite met het moduleren van sensorische informatie, dat wil zeggen het reguleren van de waarnemingen, en het reageren daarop (Tomchek & Dunn, 2007). Dat is de eerste stap van de informatieverwerking. Het gaat daarbij om het selecteren van de sensorische informatie en het vormen van een betekenisvol geheel (Leekam et al., 2007). Zij verschillen hierop significant van reguliere leerlingen (Tomchek & Dunn, 2007).

Leerlingen met ADHD verschillen significant van reguliere leerlingen op de sensorische responsiviteit, dat is de mate waarin kinderen effectief reageren op sensorische informatie (Dunn & Bennett, 2002). Leerlingen met ADHD hebben moeite met het gericht focussen op de juiste sensorische informatie. Dat zorgt ervoor dat zij de sensorische informatie niet goed ontvangen en verwerken en daardoor op een niet passende manier reageren op bijvoorbeeld de omgeving (Dunn & Bennett, 2002).

De ontwikkelingsstoornissen ASS en ADHD vertonen overeenkomsten in de kenmerken van de functionele en structurele hersenen (Rommelse, Geurts, Franke, Buitelaar & Hartman, 2011). Eerder onderzoek heeft aangetoond dat er een gedeelde overeenkomst is in de mate van erfelijkheid (Rommelse, Franke, Geurts, Hartman & Buitelaar, 2010). Deze overeenkomsten kunnen de hoge mate van comorbiditeit verklaren. Mogelijk zijn ASS en ADHD verschillende manifestaties van dezelfde algemene aandoening (Rommelse et al., 2011). Ander onderzoek heeft aangetoond dat er op cognitief gebied ook overeenkomsten zijn tussen ASS en ADHD (Dickerson Mayes & Calhoun, 2007). Beide typen leerlingen ervaren, zoals hierboven beschreven, moeilijkheden in de informatieverwerking. Onderzoek van Dickerson en collega's (2007) toont aan dat kinderen met hoogfunctionerend autisme en ADHD vergelijkbaar zijn in de problemen die ervaren worden met leren, reguleren van de aandacht en verwerkingssnelheid. Daarnaast ervaren beide typen kinderen problemen in de executieve functies. Executieve vaardigheden zijn vaardigheden die nodig zijn om het leerproces te kunnen sturen (Hallahan et al., 2012). Deze bevindingen vertonen overeenkomsten met ander onderzoek dat aantoont dat deze kinderen met ASS en ADHD vergelijkbaar zijn wat betreft het neuropsychologisch functioneren (Nydén, Gillberg, Hjelmquist & Heiman, 1999).

## **Adaptieve Leermiddelen**

Adaptieve leermiddelen zijn leermiddelen die rekening houden met verschillen tussen leerlingen als het gaat om leervoorkeuren. De behoeftes van de leerlingen staan centraal en het lesmateriaal kan aangepast worden aan deze behoeftes (Shute & Zapata-Rivera, 2008). Digitale software kan zich automatisch aanpassen aan het niveau van de leerling en zo kan rekening worden gehouden met het niveau van de leerling. Folio materiaal kan dit niet (Reints & Wilkens, 2012). Op basis van respons van de leerling kan het programma kiezen wat het beste is voor de leerling (Reints & Wilkens, 2012). Er kan een systeem gevormd worden op basis van handelen (Lai, Wang & Wang, 2010). Belangrijk is dat uiterlijke kenmerken van het leermiddel aangepast kunnen worden aan het individu (Vandewaetere, Desmet & Clarebout, 2011). Daarnaast moet de instructie aan te passen zijn aan verschillende leerlingen (Heemskerk, 2008).

Inspelen op verschillen tussen leerlingen met behulp van adaptief lesmateriaal vergroot de leerresultaten van leerlingen in een heterogene klas (Shute & Zapata-Rivera, 2008). Op basis van literatuuronderzoek kan een aantal implicaties geformuleerd worden dat belangrijk is voor leerlingen met ASS en ADHD als het gaat om het ontwerp van lesmateriaal. Ten eerste is het voor leerlingen met ASS en ADHD van belang om de leerstof gestructureerd en in kleine onderdelen aan te bieden, om daarmee tegemoet te komen aan de beperkingen in de informatieverwerking (Van Hoel et al., 2014). Door het stellen van directe en gerichte vragen in leertaken wordt de aandacht van de leerling gevestigd op belangrijke stimuli in een omgeving met veel prikkels (Hallahan et al., 2012). Een vaste voorstructurering is daarbij noodzakelijk (Van Doorn, 1996; Hallahan et al., 2012). Een tweede aanbeveling is gericht op andere cognitieve kenmerken van leerlingen met ASS. De leerlingen hebben beperkte executieve vaardigheden, het plannen en het volgen/controleren van eigen studietaken (Hallahan et al., 2012; Van Hoel et al., 2014). Daarnaast hebben de leerlingen een beperkte Theory of Mind, het kunnen verplaatsen in een ander (Hallahan et al., 2012). Door deze beperkingen beschikken de leerlingen met ASS over beperkt sociaal inzicht en beperkte sociale vaardigheden. Dit zijn knelpunten bij opdrachten waarbij de leerling zelfstandig het leerproces moet vormgeven en bij werkvormen in sociale settings, zoals samenwerkingsopdrachten (Van Hoel et al., 2014). Een derde aanbeveling is gericht op het sensorisch systeem van leerlingen met ASS. Overbelasting van het sensorisch systeem moet worden tegengegaan (Van Hoel et al., 2014). Het is van groot belang dat er gebruikgemaakt wordt van letterlijke taal en geen beeldspraak wordt gebruikt (Hallahan et al., 2012). Visuele ondersteuning kan helpen de instructie te begrijpen. De presentatie van beelden moet

ondersteunend en niet te prikkelend zijn om het sensorisch systeem niet te overbelasten (Tomchek & Dunn, 2007). Als laatste moet de lay-out functioneel en gestructureerd zijn, waarbij een duidelijke lijn terug te vinden is om zo routines, gewoontes en patronen duidelijk te maken (Andreon & Stella, 2001; Hallahan et al., 2012).

### **Huidig Onderzoek**

Om kwalitatief lesmateriaal te ontwikkelen voor leerlingen zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de cognitieve belasting en wat dit betekent voor het ontwerpen van leermiddelen (Chandler & Sweller, 1991; Mayer & Moreno, 2003; Paas, 1992; Sweller, 1994). Sinds de invoering van de wet Passend Onderwijs is er echter meer diversiteit in de klassen van het regulier onderwijs. Het is belangrijk dat er ingespeeld wordt op de ontwikkeling van het Passend Onderwijs met behulp van adaptief lesmateriaal om de leerresultaten van de leerlingen in de heterogene klas te verbeteren (Shute & Zapata-Rivera, 2008). Om in te kunnen spelen op de verschillen is het belangrijk dat er meer onderzoek wordt gedaan naar de verschillen tussen de leerlingen. Huidig onderzoek richt zich op de groep leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking. Dit zijn voornamelijk de leerlingen met ASS en ADHD (Hallahan et al., 2012). De informatieverwerking en de CLT zijn gerelateerd aan elkaar (Valcke, 2010). Dat maakt de leerlingen met een beperkte informatieverwerking een interessante doelgroep voor huidig onderzoek. Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de informatieverwerking van deze leerlingen en de leervoorkeuren (Hallahan et al., 2012; Van Hoel et al., 2014; Dunn & Bennett, 2002; Tomchek & Dunn, 2007). Het is nog onduidelijk of de implicaties voor het ontwerpen van leermiddelen voor reguliere leerlingen, die voortkomen uit de CLT, ook van toepassing zijn op de leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking. De onderzoeksvraag is daarom: *Wat is het verschil in de mate van cognitieve belasting tussen leerlingen met een beperkte informatieverwerking en reguliere leerlingen bij het gebruik van leermiddelen die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten en leermiddelen die dat niet doen?*

Verwacht wordt dat bij leerlingen met ASS en ADHD, met een beperkte informatieverwerking, eerder sprake is van cognitieve overbelasting. Mogelijk hebben leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking eerder last van cognitieve overbelasting door teksten met overbodige informatie, plaatjes en filmpjes. Om deze hypothese te toetsen en een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag zijn verschillende deelvragen opgesteld:



1. Presteren leerlingen met een beperkte informatieverwerking in het Passend Onderwijs minder op leertaken die het werkgeheugen wel onnodig cognitief belasten dan op leertaken die dat niet doen?
2. Ervaren leerlingen met een beperkte informatieverwerking in het Passend Onderwijs meer mentale inspanning bij het maken van leertaken die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten dan bij het maken van leertaken die dat niet doen?
3. Zijn er verschillen op de resultaten van deelvraag 1 en 2 waarneembaar met reguliere leerlingen?

### **Methode**

In dit onderdeel wordt een beschrijving van het onderzoek gegeven. Het onderzoeksdesign, de participanten, de gebruikte meetinstrumenten, de gehanteerde procedure en het plan voor de data-analyse wordt beschreven.

#### **Design**

Huidig onderzoek is een exploratief onderzoek. De leerkenmerken van leerlingen met ASS en ADHD en eventuele verschillen met reguliere leerlingen worden onderzocht, geanalyseerd en verklaard met behulp van een kwantitatieve analyse om een eerste uitspraak te kunnen doen over het Passend Onderwijs. Er kunnen geen uitspraken worden gedaan over de gehele populatie vanwege de beperkte onderzoeksgroep en de diversiteit in de totale populatie van leerlingen met een beperkte informatieverwerking in het Passend Onderwijs.

#### **Participanten**

De participanten zijn basisschoolleerlingen uit de bovenbouw van het regulier onderwijs (N=45). Er zijn vier scholen betrokken in het onderzoek, verspreid over heel Nederland. De betrokken scholen maken onderdeel uit van een samenwerkingsverband binnen het Passend Onderwijs. De participanten bestaan uit een experimentele groep (n=18), leerlingen in Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking, en een controlegroep (n=27), reguliere leerlingen. De kenmerken van de onderzoeksgroepen zijn weergegeven in Tabel 1.

De leerlingen in het Passend Onderwijs zijn alle leerlingen in het regulier onderwijs die extra ondersteuning nodig hebben. Dit kunnen leerlingen zijn met een duidelijke diagnose, maar ook leerlingen met kenmerken van een diagnose of een andere ondersteuningsvraag (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2013). Huidig onderzoek richt zich op de leerlingen die beperkingen hebben in de informatieverwerking, zoals leerlingen met (kenmerken van) ASS en ADHD (Dunn & Bennett, 2002; Leekam, Nieto, Libby, Wing & Gould, 2007; Tomchek & Dunn, 2007).

Tabel 1

*Kenmerken Onderzoeksgroepen*

	Aantal leerlingen		
	Onderzoeksgroep totaal	Passend Onderwijs	Regulier Onderwijs
Totaal	45	18	27
Aantal jongens	19	12	7
Aantal meisjes	26	6	20
Aantal in groep 6	16	6	10
Aantal in groep 7	12	4	8
Aantal in groep 8	17	8	9

De selectie van de participanten heeft op iedere school plaatsgevonden in nauwe samenwerking met de leerkracht en de intern begeleider. Op basis van dossierinformatie is beoordeeld of de leerling aan de eigenschappen van de experimentele groep voldoet en of de leerling mee kan doen aan het onderzoek. In het dossier staat beschreven welke diagnose de leerlingen hebben of welke kenmerken van een diagnose de leerlingen hebben. De selectie van de reguliere leerlingen voor de controle groep heeft op een soortgelijke manier plaatsgevonden. Op basis van de informatie van de leerkracht en de intern begeleider zijn leerlingen geselecteerd die geen diagnose hebben of kenmerken van een diagnose en de basisschool op een reguliere manier doorlopen. Er is voor beide groepen geen onderzoek uitgevoerd naar het niveau van informatieverwerking. Dossierinformatie is bruikbaar in combinatie met de kennis van de leerkracht en de intern begeleider en in combinatie met de beschreven wetenschappelijke literatuur. De gehanteerde werkwijze voor het selecteren van participanten is voorgelegd aan de ethische commissie via een formulier op basis van richtlijnen van de facultaire ethische commissie (FETC-formulier). De werkwijze is beoordeeld met 'goed'.

**Meetinstrumenten**

Om een uitspraak te kunnen doen over de cognitieve belasting worden de componenten mental load en mental effort gemeten. Dit onderscheid wordt beschreven in het onderzoek van Paas (1992). Het onderzoek van Paas (1992) is gebaseerd op eerdere onderzoeken naar cognitieve belasting van onder andere Bratfisch, Borg en Dornic (1972; zoals geciteerd in Paas, 1992). Latere onderzoeken van onder andere Sweller, van Merriënboer en Paas (1998) en Sweller en Chandler (1994) verwijzen naar het onderzoek van Paas (1992).

**Mental load.** Om de mental load (deelvraag 1) te meten, de cognitieve belasting die toe te schrijven is aan de kenmerken van leermiddelen, maken de leerlingen verschillende leertaken. Impliciete meting van cognitieve belasting middels leerresultaten is een veelgebruikte methode (Mayer, Mautone & Prothero, 2002; Stull & Mayer, 2007). De leertaken worden nagekeken aan de hand van het antwoordformulier (Bijlage 2). Op de leertaken kan een score behaald worden van 0, 1 of 2. De score '0' betekent dat de gehele taak fout is gemaakt, de score '1' betekent dat de taak voor de helft goed is gemaakt en de score '2' betekent dat de gehele taak goed is gemaakt. Een lage score leidt tot een hoge score op mental load.

Er zijn twaalf leertaken ontwikkeld, waarvan de helft leidt tot een lage cognitieve belasting en de andere helft leidt tot een hoge cognitieve belasting. De leertaken zijn ontwikkeld aan de hand van de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003). Zij doen verschillende aanbevelingen om de cognitieve belasting te verminderen en om effectieve informatieverwerking mogelijk te maken. De ontwerpprincipes zijn gebaseerd op het informatieverwerkingsmodel (Mayer & Moreno, 2003) dat ook beschreven is in het theoretisch kader. De leertaken leiden tot een lage cognitieve belasting als alle ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003) goed zijn toegepast. De leertaken leiden tot een hoge cognitieve belasting als de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003) (deels) ontbreken.

Naast de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002) is het Meetinstrument LeermiddelenKwaliteit (MILK) gebruikt om er voor te zorgen dat de kwaliteit van de leertaken zo goed mogelijk is. Het CLU Leermiddelen Adviescentrum heeft de MILK ontwikkeld om de kwaliteit van leermiddelen vast te stellen. Voor de beoordeling van leermiddelen worden drie aspecten onderscheiden: Leerstof, didactiek en presentatie (Elen, 1993; zoals geciteerd in Reints & Wilkens, 2012). Leerstof is ruw materiaal dat in een didactische vorm gegoten moet worden en ten slotte een functionele vorm moet krijgen met teksten, beeld en geluid. De MILK gaat uit van negen leerfuncties, verdeeld over de drie hoofdcategorieën. De driedeling van kwaliteitscriteria met de bijbehorende leerfuncties is weergegeven in Tabel 2 (Reints & Wilkens, 2012). Het gehele instrument is evidence-based gevalideerd aan de hand van wetenschappelijke literatuur, onder andere Mayer en Moreno (2002). Door dit uitgebreide onderzoek naar de items kan een zo gevalideerd mogelijke beoordeling plaatsvinden. Engels (2013) heeft onderzocht welke validatieprocedure het best geschikt is voor het valideren van dit instrument. Deze validatieprocedure wordt binnenkort gestart door het CLU Leermiddelen Adviescentrum.

Tabel 2

*Driedeling van Kwaliteitscriteria (Reints & Wilkens, 2012)*

Leerstof	Didactiek	Presentatie
Leerstof selecteren	Didactische strategieën	Begrijpelijke teksten
Leerstof ordenen	Didactische werkvormen	Functionele beelden
Leerstof verpakken	Leerprocessen sturen	Lay-out

Tabel 3

*Verdeling van Leermiddelen in Mate van Cognitieve Belasting*

	Leerstof (4)	Didactiek (4)	Presentatie (4)
Cognitieve belasting	Hoog (2), Laag (2)	Hoog (2), Laag (2)	Hoog (2), Laag (2)

Per onderdeel van de MILK (leerstof, didactiek en presentatie) zijn er twee leertaken ontwikkeld die leiden tot een lage cognitieve belasting en twee leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting. De verdeling van de leertaken is weergegeven in Tabel 3.

Verschillende onderwijskundigen van het CLU Leermiddelen Adviescentrum hebben de kwaliteit van de leertaken beoordeeld. Aan de hand van de MILK, waarin expliciet is aangegeven welke items een uitspraak doen over de cognitieve belasting van een leermiddel/leertaak, hebben de onderwijskundigen feedback geleverd. Aan de hand van deze feedback zijn de leertaken aangepast om er uiteindelijk voor te zorgen dat de twaalf leertaken daadwerkelijk leiden tot een hoge of lage cognitieve belasting.

De beschreven onderzoeksmethode brengt wel risico met zich mee. Een risico is dat een zwak resultaat het gevolg kan zijn van het gebrek aan beheersing van de leerstof. Een ander risico is overbelasting/overbevraging. Om beide risico's te verminderen is gebruik gemaakt van leertaken die passend zijn bij het leer- en ontwikkelingsniveau van de leerlingen. Om dat mogelijk te maken zijn de leertaken ontwikkeld door een orthopedagoog/onderwijskundige in opleiding in samenwerking met (senior) onderwijskundigen van het CLU Leermiddelen Adviescentrum met veel ervaring in het ontwerpen van lesmateriaal. De definitieve leertaken zijn uiteindelijk beoordeeld door deelnemende leerkrachten van de verschillende scholen.

**Mental effort.** Om de ervaren mentale inspanning (deelvraag 2) te meten, vullen de leerlingen een zelfrapportage in. De mental effort is omgezet in een numerieke waarde aan de hand van een Likert-schaal van 5 punten. De schaal loopt van 'geen moeite' (1 punt) tot 'heel veel moeite' (5 punten). De betrouwbaarheid van een Likert-schaal voor mental effort, om

uiteindelijk de cognitieve belasting te meten, is .90 (Paas, 1992). De betrouwbaarheid is gemeten onder Nederlandse scholieren van 16-18 jaar oud.

**Pilot.** Een pilot wordt uitgevoerd om de haalbaarheid en toereikendheid van het onderzoek te bepalen (Prescott & Soeken, 1989; zoals geciteerd in Hertzog, 2008). De kenmerken van de pilotgroep (N=6) zijn weergegeven in Tabel 4. Een handvol participanten is voldoende om informatie te verzamelen over de haalbaarheid en toereikendheid van het onderzoek, omdat het onderzoek een kleinschalig onderzoek betreft (Hertzog, 2008). Er worden geen uitspraken gedaan over een gehele populatie. Met behulp van de pilot is beoordeeld of de leertaken toereikend zijn voor het onderzoek en of aanpassingen vereist zijn. Daarnaast is onderzocht of de zelfrapportage goed te begrijpen is voor de onderzoeksgroep.

**Betrouwbaarheid pilot.** De betrouwbaarheid is vastgesteld door de Cronbach's alpha te meten (Field, 2009). De betrouwbaarheid van de leerresultaten op de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is redelijk maar negatief, Cronbach's  $\alpha = -.47$ . De samenhang tussen de zes leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is meer negatief dan positief (Field, 2009). De betrouwbaarheid van de leerresultaten op de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting is ook redelijk maar negatief, Cronbach's  $\alpha = -.57$ .

De betrouwbaarheid van de zelfrapportage van de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is redelijk, Cronbach's  $\alpha = .49$ . De betrouwbaarheid van de zelfrapportage van de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting is laag tot voldoende, Cronbach's  $\alpha = .46$ . Er is sprake van een middelmatige consistentie in de resultaten van de zelfrapportage bij zowel de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting als die leiden tot een lage cognitieve belasting (Field, 2009).

Tabel 4

*Kenmerken Pilotgroep*

	Aantal leerlingen		
	Onderzoeksgroep totaal	Passend Onderwijs	Regulier Onderwijs
Totaal	6	3	3
Aantal jongens	4	2	2
Aantal meisjes	2	1	1
Aantal in groep 6	0	0	0
Aantal in groep 7	4	2	2
Aantal in groep 8	2	1	1

Vanwege de lage betrouwbaarheid en de negatieve covarianties tussen de leertaken is met behulp van een validiteitsanalyse bepaald of elke leertaak daadwerkelijk meet wat het zou moeten meten. Met een frequentie analyse is de gemiddelde score voor mental load en mental effort voor elke leertaak bepaald. Aan de hand van deze resultaten is beoordeeld of de opdracht inderdaad past bij de schaal 'cognitief hoog' of 'cognitief laag' waarvoor hij ontworpen is. Een aantal opdrachten zijn aangepast of vervangen. De leertaken van de pilot, met daarbij de benodigde aanpassingen beschreven, zijn opgenomen in Bijlage 1. De definitieve leertaken zijn opgenomen in Bijlage 2.

De zelfrapportage is niet aangepast. De leerlingen hebben de vraagstelling goed begrepen. De betrouwbaarheid is redelijk en dit in combinatie met de betrouwbaarheid van  $\alpha = .90$  in het onderzoek van Paas (1992) is besloten de zelfrapportage niet aan te passen. De zelfrapportage is opgenomen in Bijlage 3.

### **Procedure**

Voorafgaand aan het onderzoek is de procedure voorgelegd aan de facultaire ethische commissie. De procedure is beoordeeld met 'goed'. Vervolgens zijn verschillende basisscholen in Nederland benaderd. De directie en leerkrachten hebben een wervingsbrief ontvangen. De wervingsbrief is opgenomen in Bijlage 4. In overleg met de leerkracht en de intern begeleider is op basis van dossierinformatie de experimentele groep en de controlegroep samengesteld. De ouders/verzorgers van deze leerlingen hebben schriftelijke informatie over het onderzoek ontvangen, inclusief toestemmingsformulier. De ouders/verzorgers hebben actief toestemming moeten verlenen, waarbij de mogelijkheid was om deelname te weigeren. Ook gedurende het onderzoek was de mogelijkheid deelname te weigeren. De informatiebrief inclusief toestemmingsformulier is opgenomen in Bijlage 5. Vertrouwelijkheid is gegarandeerd aan de leerkrachten, ouders en leerlingen. De resultaten zijn niet anoniem verkregen, wel anoniem verwerkt. De individuele resultaten zullen niet verstrekt worden. De scholen hebben de mogelijkheid een samenvatting van het gehele onderzoek te ontvangen.

De leerlingen hebben onder schooltijd, buiten het klaslokaal, individueel de twaalf leertaken gemaakt. De leerlingen zijn per tweetal uit de klas opgehaald. Na iedere leertaak is de zelfrapportage ingevuld. Elke leerling heeft voorafgaand aan het onderzoek verbaal instructie gekregen. Deze instructie is beschreven bij de definitieve leertaken in Bijlage 2. De taken zijn afwisselend in mate van cognitieve belasting aangeboden (voor de volgorde zie Bijlage 2). De leerlingen hebben maximaal vijf minuten de tijd gekregen voor elke leertaak. Er is geen feedback gegeven en voorafgaand aan het onderzoek is er gezegd dat er geen

goed/fout antwoord is. Wanneer de leerling de vijf minuten passeerde is zorgvuldig gevraagd de taak te beëindigen en verder te gaan met de volgende taak. De leerlingen nemen dit goed op wanneer duidelijk is dat er geen goed/fout antwoord is. Na afloop zijn vragen beantwoord en zijn enkele leertaken nabesproken aan de hand van de opdrachten en de zelfrapportage. Leerlingen hebben hierbij de mogelijkheid gekregen om uit te leggen welke leertaken zij moeilijk vonden en waar zij een hogere belasting ervoeren. De leerlingen hebben een stickervel ontvangen als bedankje voor hun deelname.

### **Data-analyse**

In het onderzoek wordt een vergelijking gemaakt tussen de leerresultaten op elke leertaak en de resultaten van de zelfrapportage van de experimentele groep en de controlegroep. De data is van ordinaal meetniveau. Als eerst worden de gemiddelde leerresultaten en ervaren mentale inspanning bekeken aan de hand van een frequentietabel. Met behulp van een MANOVA (Multivariate analysis of variance) wordt onderzocht of de experimentele groep verschilt van de controlegroep op mental load en mental effort en vervolgens hoe deze twee groepen van elkaar verschillen. De alternatieve hypothese is dat de experimentele groep en de controlegroep van elkaar verschillen. De alternatieve subhypothesen zijn dat de experimentele groep en de controlegroep van elkaar verschillen op de leerresultaten (mental load) en de ervaren mentale inspanning (mental effort). De onafhankelijke variabele is de type informatieverwerking. De leerlingen met een minder goede informatieverwerking zijn de leerlingen in het Passend Onderwijs met (kenmerken van) ASS en ADHD. De leerlingen met een goede informatieverwerking zijn de reguliere leerlingen. De afhankelijke variabelen zijn het leerresultaat en de ervaren mentale inspanning.

## **Resultaten**

### **Betrouwbaarheid**

Voorafgaand aan de analyse is de betrouwbaarheid van huidig onderzoek vastgesteld door de Cronbach's alpha te meten (Field, 2009). De betrouwbaarheid van de leerresultaten van de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is laag, Cronbach's  $\alpha = .17$ . De betrouwbaarheid van de leerresultaten op de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting is laag, Cronbach's  $\alpha = .34$ . De betrouwbaarheid van de zelfrapportage van de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is laag, Cronbach's  $\alpha = .32$ . De betrouwbaarheid van de zelfrapportage van de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting is laag, Cronbach's  $\alpha = .52$ .

## Resultaten

De resultaten van de exploratieve studie worden hier besproken. De resultaten moeten met enige voorzichtigheid beschreven worden, vanwege de lage betrouwbaarheid van het onderzoek. De resultaten worden beschreven in de volgorde van de deelvragen.

**Gemiddelde leerresultaten en mentale inspanning.** Voorafgaand aan de analyses zijn de gemiddelde leerresultaten en de gemiddelde ervaren mentale inspanning voor elke leertaak berekend met behulp van een frequentieanalyse. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5 en 6. In de bovenste rij van de tabel staat het nummer van de opdracht. In de tweede rij van de tabel staan de onderdelen van de MILK genoemd en of de opdracht leidt tot een hoge of lage cognitieve belasting. De eerste letter van de afkorting is het onderdeel van de MILK waarbij de ‘L’ staat voor ‘leerstof’, de ‘D’ voor ‘didactiek’ en de ‘P’ voor presentatie. De tweede letter van de afkorting staat voor hoge of lage cognitieve belasting, waarbij de ‘H’ staat voor ‘hoog’ en de ‘L’ voor ‘laag’. Per onderdeel van de MILK zijn er twee leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting en twee leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting. Op de leertaken kon een score behaald worden van 0, 1 of 2. De score ‘0’ betekent dat de gehele taak fout is gemaakt, de score ‘1’ betekent dat de taak voor de helft goed is gemaakt en de score ‘2’ betekent dat de gehele taak goed is gemaakt. In de zelfrapportage kon de leerling een score van 1 – 5 geven voor de ervaren mentale inspanning. Bij een score van <2 ervaart de leerling weinig tot geen moeite. Bij een score >2 ervaart de leerling moeite tot veel moeite.

Uit Tabel 5 valt af te lezen dat leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting redelijk maken, waarbij leertaak 1 erg goed wordt gemaakt en leertaak 10 niet. De leerlingen maken de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting ook redelijk, waarbij zij leertaak 7 en 12 erg goed maken en leertaak 9 minder goed.

Tabel 5

### *Gemiddelde Leerresultaten per Leertaak per Onderzoeksgroep*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	LH	LL	DH	DL	PH	DH	LL	PH	PL	LH	DL	PL
Passend Onderwijs	1.72	1.33	1.22	1.56	1.33	1.44	1.89	1.56	0.67	0.78	1.11	1.89
Regulier Onderwijs	1.30	1.56	1.48	1.85	1.19	1.52	2.00	1.56	1.41	1.48	1.70	1.93



Tabel 6

*Gemiddelde Ervaren Mentale Inspanning per Leertaak per Onderzoeksgroep*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	LH	LL	DH	DL	PH	DH	LL	PH	PL	LH	DL	PL
Passend Onderwijs	2.00	2.22	1.94	2.38	3.17	1.72	1.33	1.67	2.50	2.28	1.94	1.61
Regulier Onderwijs	2.63	2.30	1.63	1.63	3.00	2.00	1.26	1.74	1.74	1.89	1.78	1.26

Uit Tabel 6 valt af te lezen dat leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking bij de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting moeite tot veel moeite ervaren bij leertaak 1, 5 en 10. Bij de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting ervaren zij moeite tot veel moeite ervaren bij leertaak 2, 4 en 9.

**Mental load.** Als eerst wordt onderzocht of leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking minder presteren op leertaken die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten dan op leertaken die dat niet doen (deelvraag 1). Vanwege de lage betrouwbaarheid wordt er geen statistische toets uitgevoerd (Field, 2009). De totaalscore van elke schaal is berekend door voor elke participant de score op de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting bij elkaar op te tellen en de score op de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting bij elkaar op te tellen. Vervolgens is de modus bepaald (Tabel 7). Dit is de waarneming die het meest voorkomt (Field, 2009). De modus voor de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is 13.. De modus voor de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting is ook 13. Dit betekent dat de meeste leerlingen 13 punten heeft behaald voor de zes leertaken die leiden tot een hoge en lage cognitieve belasting. Er is geen verschil tussen de leerresultaten op de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting en de leerresultaten op leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting. Er kunnen geen uitspraken gedaan worden over significantie (Field, 2009).

Tabel 7

*Modus per Groep Leertaken*

	Mental load		Mental effort	
	Hoge belasting	Lage belasting	Hoge belasting	Lage belasting
Modus	13	13	12	11

**Mental effort.** Vervolgens wordt onderzocht of leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking meer mentale inspanning ervaren bij het maken van leertaken die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten dan op leertaken die dat niet doen (deelvraag 2). Zoals beschreven bij mental load is de modus bepaald (Tabel 7). De modus voor de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting is 12. De modus voor de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting is ook 11. Hieruit kan worden afgeleid dat er een verwaarloosbaar verschil is tussen de ervaren mentale inspanning bij de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting en de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting.

**Verschillen tussen onderzoeksgroepen.** Als laatst wordt onderzocht of er verschillen waarneembaar zijn in de resultaten van deelvraag 1 en 2 tussen de experimentele groep en de controle groep (deelvraag 3). Vanwege de lage betrouwbaarheid wordt eerst de modus van beide groepen vergeleken (Tabel 8). Er is een verschil tussen de groepen in de leerresultaten op de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting en op de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting. Er is een verwaarloosbaar verschil tussen de groepen in de ervaren mentale inspanning op de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting. Er is een verschil tussen de groepen in de ervaren mentale inspanning op de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting.

Tabel 8

*Modus per Groep Leertaken per Onderzoeksgroep*

	Mental load		Mental effort	
	Hoge belasting	Lage belasting	Hoge belasting	Lage belasting
Passend Onderwijs	13	13	12	11
Regulier Onderwijs	16	18	11	8

Vervolgens is een MANOVA uitgevoerd, omdat deze statistische toets zeer gedetailleerde informatie geeft over verschillen tussen groepen. Deze resultaten moeten voorzichtig geïnterpreteerd worden vanwege de lage betrouwbaarheid (Field, 2009). In Tabel 9 zijn de beschrijvende statistieken voor de MANOVA van beide onderzoeksgroepen weergegeven. In Tabel 10 zijn de resultaten van de MANOVA weergegeven.

De leerlingen in het Passend Onderwijs verschillen significant van de reguliere leerlingen in de leerresultaten, Pillai's trace  $V = .51$ ,  $F(12, 32) = 2.77$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2_{\text{partial}} = .51$ . Partial eta<sup>2</sup> ( $\eta^2_{\text{partial}}$ ) is de proportie totale variantie van de afhankelijke variabele die verklaard wordt door de onafhankelijke (Field, 2009). Afzonderlijke ANOVA's laten zien dat de onderzoeksgroepen niet significant van elkaar verschillen in de leerresultaten bij leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting,  $F(1, 43) = .46$ ,  $p = .50$ , maar wel significant van elkaar verschillen in de leerresultaten bij leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting  $F(1, 43) = 14.88$ ,  $p = .00$ .

Tabel 9

*Beschrijvende Statistieken MANOVA*

	Mental load				Mental effort			
	Hoge belasting		Lage belasting		Hoge belasting		Lage belasting	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Passend Onderwijs	14.52	2.23	16.44	1.50	12.89	3.08	9.96	2.30
Regulier Onderwijs	14.06	2.26	14.44	1.98	12.78	3.39	12.00	3.48

Tabel 10

*Resultaten MANOVA*

	V	F	df	Error df	Sig	Partial eta <sup>2</sup>
Mental load	.51	2.77	12	32	.01	.51
Mental effort	.39	1.71	12	32	.11	.96

De leerlingen in het Passend Onderwijs verschillen niet significant van de reguliere leerlingen in de ervaren mentale inspanning, Pillai's trace  $V = .39$ ,  $F(12, 32) = 1.71$ ,  $p = .11$ ,  $\eta^2_{\text{partial}} = .96$ . Afzonderlijke ANOVA's laten zien dat de onderzoeksgroepen niet significant van elkaar verschillen in de ervaren mentale inspanning bij leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting,  $F(1, 43) = .01$ ,  $p = .91$  maar wel significant van elkaar verschillen bij leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting  $F(1, 43) = 5.62$ ,  $p = .02$ .

### **Conclusie en Discussie**

Sinds de invoering van de wet Passend Onderwijs is er meer diversiteit in de klassen van het regulier onderwijs. Het is belangrijk dat er ingespeeld wordt op deze verschillen met behulp van adaptief lesmateriaal om de leerresultaten van de leerlingen in de heterogene klas te verbeteren (Shute & Zapata-Rivera, 2008). Leerlingen met ASS en ADHD hebben beperkingen in de informatieverwerking en bepaalde leervoorkeuren (Hallahan et al., 2012; Van Hoel et al., 2014; Dunn & Bennett, 2002; Tomchek & Dunn, 2007). Om te onderzoeken of deze leerlingen eerder last hebben van cognitieve overbelasting dan reguliere leerlingen is huidig onderzoek uitgevoerd met de volgende onderzoeksvraag: *Wat is het verschil in de mate van cognitieve belasting tussen leerlingen met een beperkte informatieverwerking en reguliere leerlingen bij het gebruik van leermiddelen die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten en leermiddelen die dat niet doen?* Om de onderzoeksvraag te beantwoorden is exploratief onderzoek uitgevoerd aan de hand van verschillende deelvragen. Vanwege de lage betrouwbaarheid van het onderzoek kunnen slechts voorlopige conclusies getrokken worden.

Leerlingen in het regulier basisonderwijs ( $N=45$ ) hebben twaalf leertaken gemaakt, waarvan de helft leidt tot een hoge cognitieve belasting en de helft leidt tot een lage cognitieve belasting. Na elke leertaak hebben de leerlingen een zelfrapportage ingevuld waarin zij op een Likert-schaal van 1 tot 5 aangeven wat de ervaren mentale inspanning is geweest. Leerlingen in het Passend Onderwijs ( $n=18$ ) presteren niet minder op leertaken die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten dan op leertaken die dat niet doen. Daarbij ervaren deze leerlingen niet meer mentale inspanning bij de leertaken die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten dan bij leertaken die dat niet doen. Om te onderzoeken of er een verschil is tussen de leerlingen in het Passend Onderwijs en de reguliere leerlingen ( $n=27$ ) zijn de gemiddelde leerresultaten en de gemiddelde ervaren mentale inspanning van beide groepen vergeleken. Er kan voorzichtig geconcludeerd worden dat de leerlingen in het Passend Onderwijs niet significant verschillen van de reguliere leerlingen in de leerresultaten en de ervaren mentale inspanning bij de leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting. De leerlingen in het Passend Onderwijs verschillen wel significant van de reguliere leerlingen

in de leerresultaten en de ervaren mentale inspanning bij de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting. Als per leertaak naar het gemiddelde leerresultaat van de leerlingen wordt gekeken kan ook geconcludeerd worden dat de reguliere leerlingen de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting allemaal beter hebben gemaakt dan de leerlingen in het Passend Onderwijs en hierbij minder mentale inspanning hebben ervaren.

De hypothese, opgesteld aan de hand van wetenschappelijke literatuur, was dat bij leerlingen met ASS en ADHD eerder sprake is van cognitieve overbelasting vanwege de beperkingen in de informatieverwerking. De kenmerken en mogelijkheden van het werkgeheugen zijn bepalend voor een goede informatieverwerking en daarmee voor een bepaalde mate van cognitieve belasting (Valcke, 2010). Leerlingen met ASS en ADHD verwerken informatie op een andere manier dan reguliere leerlingen. Mogelijk ervaren deze leerlingen eerder cognitieve overbelasting door ongestructureerde leerteksten, overbodige decoratieve afbeeldingen en filmpjes (Dunn & Bennett, 2002; Leekam, Nieto, Libby, Wing & Gould, 2007; Tomchek & Dunn, 2007). Uit het onderzoek kan voorzichtig geconcludeerd worden de leerlingen met een beperkte informatieverwerking niet eerder cognitief overbelast raken dan reguliere leerlingen door leermiddelen die het werkgeheugen onnodig cognitief belasten. Beide onderzoeksgroepen lijken cognitieve overbelasting te ervaren door het (deels) ontbreken van de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003). De leerlingen lijken te worden afgeleid door een ongestructureerde leerstof, een ontbrekende uitleg bij de opdracht en overbodige decoratieve afbeeldingen. Het is belangrijk dat leerstof wordt aangeboden in een sterk geordende structuur zodat de informatie verwerkt kan worden (Reints & Wilkens, 2012). Daarnaast moeten didactische werkvormen worden aangeboden die de leerlingen doelgericht aanzetten tot leeractiviteiten. De uitleg moet concreet zijn en passen bij de leeractiviteit. Als laatste moet de lay-out in dienst staan van het leerproces waarbij de presentatie van beelden ondersteunend is aan de tekst. Decoratieve afbeeldingen en overbodig kleurgebruik kunnen afleiden (Reints & Wilkens, 2012). Deze principes lijken van toepassing op zowel reguliere leerlingen als leerlingen in het Passend Onderwijs met een beperkte informatieverwerking.

Opvallend is dat er wel een verschil is tussen de leerlingen met een beperkte informatieverwerking en de reguliere leerlingen bij de leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting. De reguliere leerlingen maken alle leertaken die leiden tot een lage cognitieve belasting beter en ervaren daarbij minder mentale inspanning. Verwacht wordt dat leerlingen met een beperkte informatieverwerking nog meer behoefte hebben aan de correcte toepassing van de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003). Daarnaast hebben

deze leerlingen mogelijk behoefte aan aanpassingen in de omgeving vanwege de psychologische en gedragsmatige kenmerken van de leerlingen. Leerlingen met ASS en ADHD hebben baat bij een directe communicatie in sociale contacten en leertaken (Hallahan et al., 2012). Een belangrijk psychologisch en gedragsmatig kenmerk van de leerlingen met ASS is de beperking in de sociale interactie en communicatie, met name in de responsiviteit (Hallahan et al., 2012). Een belangrijk psychologisch en gedragsmatig kenmerk van de leerlingen met ADHD is de impulsiviteit en verminderde concentratie (Hallahan et al., 2012).

### **Limitaties**

De conclusies moeten voorzichtig beschreven worden vanwege de lage betrouwbaarheid van het onderzoek. De lage betrouwbaarheid wordt veroorzaakt door enkele beperkingen. Een deel van die beperkingen zijn een gevolg van de setting en de beperkte tijd waarin het onderzoek zonder budget moest worden uitgevoerd. Er is zorgvuldig te werk gegaan het effect zoveel als mogelijk te verminderen.

Een eerste beperking die onverhoopt is opgetreden is toe te schrijven aan het ontwerp van de leertaken. De leertaken zijn voor dit onderzoek ontworpen aan de hand van de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003). Zij hebben verschillende aanbevelingen gedaan om de cognitieve belasting te verminderen en om effectieve informatieverwerking mogelijk te maken. Daarnaast is het Meetinstrument LeermiddelenKwaliteit (MILK) gebruikt om er voor te zorgen dat de kwaliteit van de leertaken zo goed mogelijk is. De MILK is evidence-based gevalideerd aan de hand van wetenschappelijke literatuur, onder andere Mayer en Moreno (2002), maar de verdere validatieprocedure moet nog worden gestart. Om de betrouwbaarheid van de leertaken en de zelfrapportage te bepalen is een pilot uitgevoerd. De betrouwbaarheid van de leertaken was zeer laag. De leertaken zijn aangepast en de betrouwbaarheid is verbeterd. Deze bleek echter nog niet goed genoeg te zijn. De leertaken moeten verder ontwikkeld worden om de betrouwbaarheid van het onderzoek te verhogen. Dit was helaas niet mogelijk vanwege de duur van het onderzoek. De ontwerpprincipes moeten nog beter toegepast worden en de moeilijkheidsgraad moet beter aansluiten bij de doelgroep. Een aantal opdrachten is te makkelijk en te moeilijk gebleken voor een deel van de onderzoeksgroep.

Een andere beperking is dat er geen onderzoek is gedaan naar het niveau van informatieverwerking van de betrokken leerlingen uit het Passend Onderwijs. In overleg met de facultaire ethische commissie is bepaald dat het ethisch niet verantwoord is om bij deze kwetsbare groep leerlingen opnieuw onderzoek te doen naar het niveau van informatieverwerking als informatie hierover beschikbaar is in het dossier van de leerlingen.

Daarom is nauw samengewerkt met de leerkrachten en de intern begeleider van de leerlingen. Daarnaast is er voldoende wetenschappelijke literatuur bestudeerd die de informatieverwerking van leerlingen met ADHD en ASS beschrijft (o.a. Dunn & Bennett, 2002; Rommelse et al., 2011; Tomchek & Dunn, 2007). Ondanks dat er zorgvuldig te werk is gegaan kan het zo zijn dat de betrokken leerlingen onverwachts weinig beperkingen ervaren in de informatieverwerking. Ook is er sprake van een hoge mate van diversiteit en comorbiditeit bij leerlingen met ADHD en ASS (Rommelse et al., 2011). Dit kan de resultaten hebben beïnvloed.

### **Praktische Implicaties**

Ondanks de beschreven limitaties is huidig onderzoek een waardevol exploratief onderzoek. Er is veel onderzoek uitgevoerd naar de CLT en de cognitieve kenmerken van leerlingen met ADHD en ASS, maar huidig onderzoek legt het verband met de ontwikkeling van het Passend Onderwijs in Nederland. Om in te kunnen spelen op de verschillen in een heterogene klas en kwalitatief goed onderwijs te realiseren voor iedereen is het belangrijk dat er onderzoek wordt gedaan naar de verschillen tussen leerlingen wat betreft de leervoorkeuren. Deze resultaten kunnen leerkrachten ondersteunen in het lesgeven aan een klas waarin leerlingen met zorgbehoeften een plek hebben gekregen.

Een belangrijke praktische implicatie van huidig onderzoek is dat de resultaten inzicht geven in het belang van de ontwerpprincipes voor zowel reguliere leerlingen als leerlingen in het Passend Onderwijs. Cognitieve belasting is een essentieel aspect van het ontwerp proces (Chandler & Sweller, 1991; Sweller, 1994). Bij het ontwerpen van leermiddelen gaat het er om dat het werkgeheugen geoptimaliseerd wordt, effectieve informatieverwerking mogelijk is en cognitieve overbelasting voorkomen wordt, om zo informatie betekenisvol te kunnen opslaan in het langetermijngeheugen (De Jong, 2010). Op die manier kan de leerzaamheid van het lesmateriaal worden vergroot (Valcke, 2010). Uit huidig onderzoek kan voorzichtig geconcludeerd worden dat de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003) belangrijk zijn voor de vermindering van de cognitieve belasting bij zowel reguliere leerlingen als leerlingen in het Passend Onderwijs.

Om de leerzaamheid van leertaken te garanderen is het belangrijk dat leerlingen bewust bekwaam of onbekwaam zijn. Als leerlingen onbewust onbekwaam zijn, zijn zij niet in staat te leren (Dubin, 1962, zoals geciteerd in Middlewood, Barker en Beere, 2005). Als naar de afzonderlijke leertaken wordt gekeken zijn de leerlingen bij leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting voor een deel bewust onbekwaam en voor een deel onbewust onbekwaam geweest. Als de leerling bewust onbekwaam was is de leertaak niet goed gemaakt

en heeft de leerling hierbij een hoge mate van mentale inspanning ervaren. Als de leerling onbewust onbekwaam was is de leertaak niet goed gemaakt en heeft de leerling hierbij een lage mate van mentale inspanning ervaren. De leerlingen hebben tijdens de afname een vraag gesteld aan de onderzoeker als zij bewust onbekwaam waren. Zij hebben geen vraag gesteld als zij onbewust onbekwaam waren, omdat zij in de veronderstelling waren de opdracht goed te maken en weinig mentale inspanning te ervaren. Achteraf is gebleken dat de leerlingen de leertaak niet goed begrepen hebben. In een heterogene klas waarin een deel van de leerlingen ondersteuning nodig heeft van de leerkracht wordt verwacht dat het lastig is als de leerlingen onbewust onbekwaam zijn. De leerkracht heeft niet de mogelijkheid om bij elke leerling te kijken of de leertaken goed gaan. Als leerlingen geen vragen stellen ontdekt de leerkracht achteraf dat zij leerling de leertaak niet begrepen heeft en onvoldoende geleerd heeft. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken wat de relatie is tussen leertaken die leiden tot een hoge cognitieve belasting en de mate van onbewuste onbekwaamheid om de leerzaamheid van leertaken te kunnen garanderen.

### **Aanbevelingen Verder Onderzoek**

Vanwege het belang voor de onderwijspraktijk wordt verder onderzoek aangeraden. Het is belangrijk dat het onderzoek herhaald wordt met leertaken die met enige mate van zekerheid aansluiten bij het niveau van de leerlingen en waarbij de ontwerpprincipes van Mayer en Moreno (2002; 2003) nog beter toegepast zijn. Hierbij gaat de voorkeur uit naar grotere onderzoeksgroepen en afname in verschillende condities om ook de invloed van de omgeving verder te onderzoeken. Hoewel dit onderzoek is uitgevoerd onder 45 leerlingen verspreid over Nederland, lijkt het waarschijnlijk dat onderzoek onder grotere groepen leerlingen waardevollere resultaten te kunnen opleveren. Een sterk punt van huidig onderzoek dat moet worden verwerkt in het vervolgonderzoek is de tweedeling van mental load en mental effort om de cognitieve belasting te meten. De ervaren mentale inspanning geeft extra informatie voor de randvoorwaarden van leermiddelen (Paas, 1992). Het vervolgonderzoek kan de hypothese van huidig onderzoek bevestigen of verwerpen. De resultaten kunnen van groot belang zijn voor leerlingen en leerkrachten in het Passend Onderwijs in Nederland.



## Literatuur

- Adreon, D., & Stella, J. (2001). Transition to middle and high school: Increasing the success of students with Asperger syndrome. *Intervention in School and Clinic, 36*, 266-271.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2004). Assessment of cognitive load in multimedia learning with dual-task methodology: auditory load and modality effects. *Instructional Science, 32*, 115 – 132.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction, 8*, 293-332.
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design; some food for thought. *Instructional Science, 38*, 105-134.
- Dunn, W. & Bennett, D. (2002). Patterns of sensory processing in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *The Occupational Therapy Journal of Research, 22*, 4-15.
- Dickerson Mayes, S., & Calhoun, S.L. (2007). Learning, attention, writing, and processing speed in typical children and children with ADHD, autism, anxiety, depression, and oppositional defiant disorder. *Child Neuropsychology, 13*, 469-493.
- Doorn, E.C., van. (1996). Onderwijs aan kinderen met aan autisme verwante stoornissen. *Kind en Adolescent, 17*, 84-92.
- Dunn, W. & Bennett, D. (2002). Patterns of sensory processing in children with attention deficit hyperactivity disorder. *OTJR: Occupation, Participation and Health, 22*, 4-15.
- Engels, M.C. (2013). *Validation Procedure MILQ* (Masterthesis). Research Master Educational Sciences, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (third edition). London: Sage publications.
- Hallahan, D.P., Kauffman, J.M., & Pullen, P.C. (2012). *Exceptional Learners. An Introduction to Special Education*. New Jersey: Pearson.

- Heemskerk, I. (2008). *Technology makes a difference. Inclusiveness of technology in education*. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam.
- <http://dare.uva.nl/document/114844>
- Hertzog, M.A. (2008). Considerations in determining sample size for pilot studies. *Research in Nursing and Health*, 31, 180-191.
- Hoel, J., van., Schloen, N., Gorp, S. van., Houtkamp, R., & Meens, E. (2014). *KompASS voor studiesucces. Wegwijzer voor begeleiders en docenten van studenten met autisme*. Antwerpen-Apeldoorn: Garant.
- Lai, H., Wang, M. & Wang, H. (2010). Proceedings of Americas Conference on Information Systems 2010: *Intelligent agent-based e-learning. System for adaptive learning*. Lima, PE: AMCIS
- Leekam, S.R., Nieto, C., Libby, S.J., Wing, L., & Gould, J. (2007). Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 37, 894-910.
- Mayer, R. E., Mautone, P., & Prothero, W. (2002). Pictorial aids for learning by doing in a multimedia geology simulation game. *Journal of Educational Psychology*, 94, 171–185.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14, 87 – 99.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125 – 139.
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
- Middlewood, D., Parker, R., & Beere, J. (2005). *Creating a learning school*. London: Paul Chapman Educational Publishing.

- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2013). *Passend Onderwijs. Voor leraren*. Brochure. Den Haag: Rijksoverheid
- Nydén, A., Gillberg, C., Hjelmquist, E., & Heiman, M. (1999). Executive function/attention deficits in boys with Asperger syndrome, attention disorder and reading/writing disorder. *Autism, 3*, 213-228.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology, 84*, 429–434.
- Paas, F., Van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review, 22*, 115-121.
- Reints, A.J.C., Roll, G., & Wilkens, H. (2014). *Adaptiviteit van digitale leermiddelen*. Onderzoeksrapport. Utrecht: CLU Leermiddelen Adviescentrum.
- Reints, A.J.C., & Wilkens H. (2012). Wat bepaalt de kwaliteit van digitaal leermateriaal? *Weten Wat Werkt en Waarom, 1*, 28-59.
- Rommelse, N. N., Franke, B., Geurts, H. M., Hartman, C. A., & Buitelaar, J. K. (2010). Shared heritability of attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. *European Child & Adolescent Psychiatry, 19*, 281-295.
- Rommelse, N. N., Geurts, H. M., Franke, B., Buitelaar, J. K., & Hartman, C. A. (2011). A review on cognitive and brain endophenotypes that may be common in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder and facilitate the search for pleiotropic genes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 35*, 1363-1396.
- Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2008). Adaptive technologies. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van Merriënboer, & M. Driscoll (Red.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3e ed., pp. 277–294). New York: Taylor and Francis.

- Stull, A. T., & Mayer, R. E. (2007). Learning by doing versus learning by viewing: Three experimental comparisons of learner-generated versus author-provided graphic organizers. *Journal of Educational Psychology, 99*, 808–820.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction, 4*, 295-312.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction, 12*, 185-233.
- Sweller, J., Merrienboer, J. J., van, & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*, 251-296.
- Tomchek, S. D., & Dunn, W. (2007). Sensory processing in children with and without autism: A comparative study using the Short Sensory Profile. *American Journal of Occupational Therapy, 61*, 190-200.
- Valcke, M. (2010). *Onderwijskunde als ontwerpwetenschap. Een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten*. Gent: Academia Press.