

Master Thesis

Het Effect van Split-attention met Fysieke Materialen en Tekst
op het Leerproces en Leereffect

Désiree Geujen

6222218

Universiteit Utrecht

Eerste beoordelaar: Femke Kirschner

Tweede beoordelaar: Jeroen Janssen

Woorden: 6240

Woorden Abstract: 196

Datum: 10-6-2019

Abstract

In deze thesis wordt onderzocht of het integreren van meerdere informatiebronnen bij leermateriaal (split-attention effect) het leereffect vergroot bij een combinatie van tekst en afbeeldingen, ook het leereffect vergroot bij een combinatie van tekst en fysieke materialen. De onderzoeksvraag luidde: Wat is het effect van split-attention met fysiek materiaal en tekst op cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie voor leerlingen in het basisonderwijs? De hypothese was dat als tekst en fysiek materiaal geïntegreerd gepresenteerd werden, dit zou resulteren in lage cognitieve belasting, hogere leerresultaten en hoge leerefficiëntie. 128 participanten ($M^{\text{age}} = 8.95$, $SD = 0.50$) uit groep 5 en 6 participeerden in dit onderzoek. In het 2x1 onderzoeksdesign werd er gebruik gemaakt van onafhankelijke t -testen om de hypothesen te toetsen. De cognitieve belasting werd gemeten door een secundaire taak en met hulp van de efficiëntiescore werden mentale inspanning en leerprestaties gecombineerd. Door het niet voldoen van één van de vier assumpties voor de onafhankelijke t -testen, is er gekozen voor de Mann Whitney U test. Daarbij zijn er geen significante resultaten gevonden. Dit betekent dat de geïntegreerde en niet-geïntegreerde groep niet significant verschillen op cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie. Deze onverwachte resultaten zullen in de discussie worden besproken.

Keywords: split-attention effect, cognitieve belasting, leerresultaten, leerefficiëntie

Het Effect van Split-attention met Fysieke Materialen en Tekst op Leerproces en Leereffect

Op de basisschool wordt er met fysiek ontwikkelingsmateriaal geleerd door kleuters. Het leren met fysiek ontwikkelingsmateriaal stimuleert de ontwikkeling van kinderen doordat kinderen actief en handelend bezig zijn (Janssen-Vos & Van Oers, 2005). Ook in de midden- en bovenbouw wordt er nog vaak gebruik gemaakt van fysiek materiaal, zoals: rekenrek, blokken, geld en spellen. Deze materialen worden vaak ondersteund met tekstuele opdrachten. Het fysieke materiaal en de tekst (opdracht of uitleg) kunnen worden gezien als twee bronnen van informatie. Deze twee bronnen moeten kinderen beiden verwerken. Over het verwerken van meerdere bronnen van informatie is onderzoek gedaan waarbij men heeft gevonden dat dit als cognitief belastend kan worden ervaren (Chandler & Sweller, 1991; Chandler & Sweller, 1992; Chandler & Sweller, 1996). Een manier om cognitieve belasting te verlagen is door de verschillende bronnen van informatie met elkaar te integreren. Dit heet het split-attention effect (Chandler & Sweller, 1991).

Er is nog weinig onderzoek gedaan naar het split-attention effect met fysieke materialen en tekst, terwijl er genoeg onderzoek is gedaan naar bijvoorbeeld de split-attention met tekst- en geluidspresentaties (Mayer, Heiser, & Lonn, 2001), met tekst- en beeldpresentaties (Rasch & Schnotz, 2009), en met computer-gebaseerde omgevingen bestaande uit animaties met tekst (Kablan & Erden, 2008). De onderzoeken naar split-attention zijn uitgevoerd bij diverse leeftijdsgroepen: basisschoolleerlingen (Bobis, Sweller, & Cooper, 1993), middelbare scholieren (Cerpa, Chandler, & Sweller, 1996), niet-geslaagden (Rasch & Schnotz, 2009) en universiteitsstudenten (Chandler & Sweller, 1991; Mayer & Gallini, 1990; Tabbers, Martens, & Van Merriënboer, 2000; Sweller, Chandler, Tierney, & Cooper, 1990; Yeung, Jin, & Sweller, 1998). Deze onderzoeken zijn bovendien gedateerd.

Ondanks het gebruik van fysieke materialen in het basisonderwijs is er in verhouding

weinig onderzoek gedaan bij leerlingen tussen de 6 tot 12 jaar naar fysieke materialen en teksten (Liu, Lin, Tsai & Paas, 2012). Dit is verrassend, omdat hier in het basisonderwijs door kinderen (van 6 tot 12 jaar) wel gebruik van wordt gemaakt. Daarnaast wordt op een basisschool de basis van kennis aangeleerd; leerlingen leren lezen, leren schrijven, leren tellen en leren hoe ze met elkaar kunnen omgaan (TULE, 2006). Omdat leerlingen nog weinig basiskennis hebben, is veel informatie nieuw. Het leren van nieuwe kennis, vaardigheden en houding is een cognitief uitdagende en complexe taak voor de leerlingen. Het is dus belangrijk dat ze zo goed mogelijk worden begeleid en ondersteund. Niet alleen door de leraar, maar ook door het instructiemateriaal. Het in acht nemen van het split-attention effect zou hieraan kunnen bijdragen.

Deze studie zal het effect van split-attention (fysiek materiaal en tekst) op cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie bij basisschoolleerlingen onderzoeken. Deze studie richt zich op de basisschoolleerlingen in Nederland die al kunnen lezen (groep 5 en 6). Het mechanisme onderliggend aan de effecten van split-attention wordt verklaard door Cognitieve Belasting Theorie. Deze theorie probeert het split-attention effect te verklaren door middel van de mate van cognitieve belasting en de menselijke cognitieve architectuur.

Theoretisch Kader

De theoretische basis van dit onderzoek is Cognitieve Belasting Theorie (CBT). De CBT combineert de oorsprong van menselijke cognitie in de evolutietheorie met de structuren en functies van de menselijke cognitieve architectuur (Sweller, 2008). Deze twee componenten bieden een geïntegreerd systeem dat leerstructuren en processen verklaart. Daarom kunnen deze componenten gebruikt worden om ontwerp-instructies en -principes te ontwikkelen. Deze structuren en processen maken deel uit van het natuurlijke informatieverwerkingssysteem van de menselijke cognitie, ook wel menselijke cognitieve architectuur genoemd (Leahy & Sweller, 2008). Met behulp van de menselijke cognitieve

architectuur wordt er uitgelegd hoe de structuren en functies die nodig zijn voor menselijke cognitieve processen zijn georganiseerd (Sweller, 2008).

Deze menselijke architectuur bestaat uit een sensorisch geheugen, een beperkt werkgeheugen en een onbeperkt langetermijngeheugen (Sweller, 2008). Het sensorisch geheugen ontvangt visuele en auditieve input. Deze informatie wordt verwerkt in het werkgeheugen. Deze is beperkt en kan slechts 7 nieuwe items tegelijk verwerken mits deze informatie niet aan elkaar gerelateerd hoeft te worden. Is dit wel het geval dan kan het werkgeheugen slechts 4 ± 1 interactieve informatie-elementen tegelijk verwerken. Daarnaast gaan ze verloren als ze niet snel worden herhaald (Cowan, 2001). Zodra de nieuwe informatie is verwerkt, wordt deze opgeslagen in de langetermijngeheugen (Kirschner, Kester & Corbalan, 2010). Het langetermijngeheugen is onbeperkt en bestaat uit hiërarchisch georganiseerde schema's. Het langetermijngeheugen organiseert kennis in deze schema's die meerdere elementen van informatie combineren tot een enkel element (Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998). Dit proces heet 'chunking'. Chunking maakt leren makkelijker, omdat geleerde schema's een lage cognitieve belasting veroorzaken en toch een enorme hoeveelheid informatie bevatten. Dit komt omdat schema's door het werkgeheugen kunnen worden behandeld als een enkel element of zelfs meteen opgeslagen worden in het langetermijngeheugen door herhaling en oefenen. Hierdoor zijn er minder beperkingen van het werkgeheugen voor leerlingen.

Door de beperkte verwerkingscapaciteit van het werkgeheugen ervaren leerlingen een cognitieve belasting als ze nieuwe informatie aan het verwerken zijn. Leerlingen met minder voorkennis die in het werkgeheugen opgeslagen is, ervaren een hoge cognitieve belasting bij het verwerken van nieuwe informatie dan leerlingen met veel voorkennis. En een opdracht die veel informatie elementen bevat (d.i., hoge complexiteit) wordt als cognitief meer belastend ervaren dan een opdracht die weinig informatie elementen bevat (d.i., lage

complexiteit). Om inzicht te krijgen in deze cognitieve belasting, onderscheidt CBT drie soorten belastingen die hieronder worden besproken.

Drie soorten cognitieve belasting

CBT onderscheidt intrinsieke, germane en extraneous cognitieve belasting (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2009; Leahy & Sweller, 2008; Moreno & Park, 2010). Intrinsieke cognitieve belasting wordt bepaald door de complexiteit (element-interactiviteit) van het leermateriaal en de voorkennis van lerenden (Sweller & Chandler, 1994). Voor leerlingen op een bepaald niveau van expertise kan die complexiteit alleen worden verminderd door het begrip van de leerling over het onderwerp te verhogen (d.i., voorkennis vergroten) of de element interactie (d.i., de complexiteit van de taak) te verlagen (Sweller, 2008). De complexiteit van de taak wordt bepaald door het aantal elementen die geleerd moeten worden en de interacties tussen de elementen (Kirschner et al., 2010). Het leren van bijvoorbeeld tien losse woorden is minder complex dan het leren van tien woorden in zinnen. De tien losse woorden bevatten minder interactie tussen de elementen (de woorden) dan de tien woorden verwerkt in zinnen. Voor beginners kan meer interactie tussen de elementen zorgen voor een hoge cognitieve belasting. Er wordt dus aangenomen dat intrinsieke belasting alleen wordt beïnvloed door de leerinhoud, maar niet door het instructieontwerp (Cierniak, Scheiter, & Gerjets, 2009).

Germane en extraneous cognitieve belasting zijn de overige twee soorten belastingen en worden bepaald door de manier waarop de informatie aan de leerlingen wordt gepresenteerd (Sweller, 2008). Extraneous belasting belemmert leren en is te wijten aan ongeschikte instructieontwerpen en moet dus worden verminderd (Chandler & Sweller, 1991). De germane belasting is een vorm van cognitieve belasting die leidt tot leren en dat kennis wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen (Sweller et al., 1998). Als het werkgeheugen volledig wordt benut, is een vermindering van de extraneous belasting vereist

om een toename van de germane belasting mogelijk te maken (Sweller, 2008). De instructeur kan de manier waarop informatie wordt gepresenteerd aanpassen (Cook, 2006). Er wordt aanbevolen om in een instructief ontwerp de extraneous belasting (d.i., informatieverwerking belemmert leren) moet worden verminderd en de germane belasting (d.i., informatieverwerking ondersteunt leren) moet worden verhoogd (Cierniak et al., 2009).

Rekening houdend met deze drie verschillende cognitieve belastingen hebben onderzoekers een verscheidenheid aan effectieve instructieontwerpen en procedures ontwikkeld: ontwerpprincipes (Paas, Renkl & Sweller, 2003). Een van de ontwerpprincipes die invloed heeft op het maken van een instructieontwerp is het split-attention effect.

Split-attention effect

Het split-attention effect is een voorbeeld van de gevolgen van cognitieve activiteiten die worden veroorzaakt door een slecht instructieontwerp (Chandler & Sweller, 1992). Split-attention dwingt lerenden om hun aandacht te verdelen tussen diverse informatiebronnen om deze informatie vervolgens mentaal te integreren (Ayres & Sweller, 2005). Het mentaal integreren zorgt voor een extraneous belasting (Chandler & Sweller, 1992), omdat de lerenden informatie moeten onthouden in je werkgeheugen van de eerste bron naar de tweede bron. Om deze informatie weer te onthouden als men terug gaat naar de eerste bron. De aandacht wordt gesplitst en de informatie moet worden onthouden in het werkgeheugen gedurende de afstand tussen de bronnen. Het onthouden van informatie tussen bronnen zorgt voor een cognitieve belasting. De integratie van bronnen vermindert de cognitieve belasting, omdat de fysieke afstand tussen de bronnen er niet meer is waardoor er geen informatie moet worden vastgehouden in het werkgeheugen. Het vrijgekomen werkgeheugen kan nu gebruikt worden om de informatie te verwerken en de opdracht te maken wat bijdraagt aan leren (germane belasting).

In het huidige onderzoek wordt het effect van split-attention met fysieke materialen en tekst cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie gemeten. De leertaak bestaat uit een geïntegreerde en een niet-geïntegreerde vorm. Gebaseerd op de CBT wordt er aangenomen dat resultaten uit eerdere onderzoeken naar het split-attention effect (Ayres & Sweller, 2005; Bobis et al., 1993; Chandler & Sweller, 1992; Kablan & Erden, 2008) waarin wordt beaamd dat het mentaal integreren zorgt voor een extraneous belasting en geïntegreerde informatie de cognitieve belasting vermindert, dezelfde resultaten laten zien dan in dit huidige onderzoek met fysiek materiaal en tekst. Uit meerdere onderzoeken (Carlsen & Andre, 1992; Klahr, Triona, & Williams, 2007; Zacharia & Olympiou, 2011) blijkt dat er geen verschillen zijn tussen het aanbieden van fysiek leermateriaal of van afbeeldingen. Beiden leiden tot dezelfde resultaten. In dit geval dezelfde effecten van de split-attention tussen afbeeldingen en tekst als tussen fysiek materiaal en tekst.

Ondanks weinig onderzoek naar de split-attention met fysiek materiaal en tekst, is er een onderzoek van Liu et al. (2012) naar het split-attention effect op leerresultaten. In dit onderzoek werd er onderscheid gemaakt tussen drie condities: 1) tekst en plaatjes op de computer, 2) tekst op computer en fysiek materiaal, en 3) tekst en plaatjes op de computer én fysiek materiaal. 81 leerlingen van 10 tot 12 jaar leerden over de 'groene esdoorn', waarbij het fysieke materiaal een echte plant was. Uit de resultaten bleek dat de leerresultaten van lerenden uit condities 1 en 2 niet significant van elkaar verschilden. Dit resultaat was volgens Liu et al. (2012) te verklaren door de motivatie die vergroot werd als gevolg van leren met fysieke materialen. Hierdoor zouden de negatieve split-attention effecten worden gecompenseerd. Liu et al. (2012) gaven de aanbeveling om in de toekomst nog meer onderzoek te doen naar de effecten van fysiek materiaal op de leerresultaten.

De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt: Wat is het effect van split-attention met fysiek materiaal en tekst op cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie voor

leerlingen in het basisonderwijs? Er worden in totaal drie hypothesen geformuleerd: 1) Er wordt verondersteld dat het effect van split-attention op cognitieve belasting tijdens de leertaak en de nameting is dat bij geïntegreerd materiaal de belasting lager is dan bij het leren met niet-geïntegreerd materiaal. Een lager ervaren cognitieve belasting zal te wijten zijn aan een lagere extraneous belasting. 2) Er wordt verondersteld dat het effect van split-attention op leerresultaten is dat bij geïntegreerd materiaal het leerresultaat hoger zal zijn dan bij niet-geïntegreerd materiaal. Door de vermindering van extraneous belasting door geïntegreerd materiaal en tekst, is er meer ruimte in het werkgeheugen om te leren (Chandler & Sweller, 1992). 3) Door een lagere cognitieve belasting en een hoger leerresultaat wordt er een hogere leerefficiëntie verwacht (Paas & Van Merriënboer, 1993). Er wordt dus verondersteld dat het effect van split-attention op leerefficiëntie is dat bij geïntegreerd materiaal de leerefficiëntie hoger is dan bij het leren met niet-geïntegreerd materiaal.

Methode

Onderzoeksdesign

Het effect van split-attention op het cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie werd onderzocht met behulp van leertaken met geïntegreerd en niet-geïntegreerd fysiek materiaal en teksten. Het ontwerp van deze studie was een experimenteel gemengd ontwerp van 2x1. Er was één onafhankelijke variabele, namelijk Informatie Integratie. Deze onafhankelijke variabele werd in twee groepen verdeeld; geïntegreerd en niet-geïntegreerde informatie. De afhankelijke variabelen waren cognitieve belasting, leerresultaat en leerefficiëntie.

Participanten

128 Nederlandse leerlingen in groep 5 en 6 van verschillende basisscholen omstreeks Utrecht ($M^{age} = 8.95$, $SD = 0.50$) waarvan 60 jongens ($M^{age} = 8.96$, $SD = 0.76$) en 66 meisjes ($M^{age} = 8.97$, $SD = 0.80$) hebben meegedaan aan dit onderzoek. De leerlingen werden

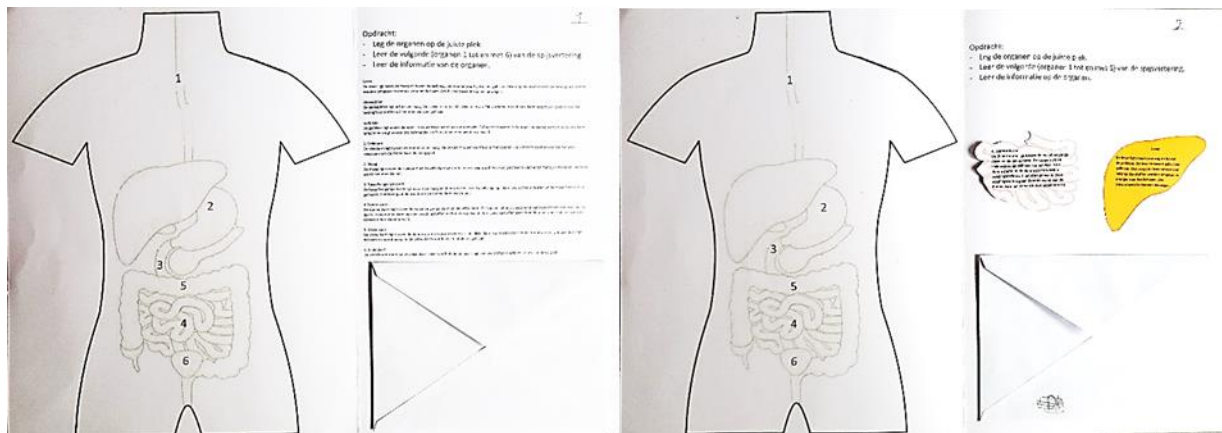
willekeurig toegewezen aan twee condities: geïntegreerd en niet geïntegreerd. Ze namen deel aan het onderzoek als onderdeel van hun reguliere biologiecurriculum met als compensatie een presentje. Omdat deze leerlingen jong waren, moesten ouders actief toestemming geven (Bijlage B). De leerlingen hebben geleerd over de spijsvertering; wat sowieso later (d.i., groep 7 en 8) aanbod komt in het natuuronderwijs (TULE, 2006). Er is gekozen voor een complexe leertaak en nieuw onderwerp om de voorkennis gelijk te houden voor alle participanten. Er werden dus geen verschillen in voorkennis verwacht. Dit werd gemeten door de voormetingen te vergelijken.

Een power analyse is uitgevoerd om de grootte van de steekproef te bepalen om een bepaalde statistische power te bereiken. De power analyse bepaalde de grootte van de groep door een a-prior-test uit te voeren voor een t-test voor onafhankelijke gemiddelden, eenzijdig, ($\eta = 0,5$, $p = 0,8$, $\alpha = 0,017$). De aanbevolen grootte voor de steekproef was 144 participanten.

Materialen

Er werd in dit onderzoek gebruik gemaakt van verschillende materialen: leertaak, voor- en nameting, en secundaire taak om de cognitieve belasting te meten (Bijlage A).

Leertaak. De leertaak was een taak die bestond uit fysiek materiaal en tekst in het thema van het menselijk lichaam. Het menselijk lichaam is onderdeel van het basisschool curriculum van natuuronderwijs voor groep 7/8 (TULE, 2006). De leertaak bestond uit 9 organen en de leerlingen leerden waar deze lichaamsdelen zich bevonden en wat de orgaanfunctie was. De leertaak werd aangeboden in twee condities: geïntegreerd en niet-geïntegreerd zie Figuur 1. Het doel van deze leertaak met en zonder geïntegreerd format was om veel te leren over de plaats en functie van de organen van het menselijk lichaam. Ook de volgorde van de organen waar het eten door heen ging is een onderdeel van het materiaal. Deze organen werden aangegeven met de nummer 1 tot en met 6. De functie en locatie van



Figuur 1. Geïntegreerde en niet-geïntegreerde leertaak.

het orgaan werden afgedrukt op de organen in de geïntegreerde conditie. De functie en locatie van het orgaan in de niet-geïntegreerde conditie stonden op een lijst naast de kaart van het menselijk lichaam (Bijlage A). Het leermateriaal is gemaakt door een onderwijskundige in opleiding. Alle kinderen kregen hun eigen materiaal en dit was gebaseerd op het lichaam van een kind. Een voorbeeld van een tekst van een lichaamsdeel was: "*De maag ligt tussen de slokdarm en twaalfvingerige darm. In de maag wordt het eten gekneet en gemengd met zuur maagsap. Hierdoor wordt het eten kleiner*". De informatie bestond uit de naam, de locatie en de functie van het lichaamsdeel.

Voor- en nameting. De voormeting testte de voorkennis van de kinderen. De voormeting was een vragenlijst waarin kinderen vragen beantwoordden over zichzelf en over wat ze al wisten over de spijsvertering. Het doel van de voormeting was om te kijken of alle leerlingen ongeveer dezelfde voorkennis hadden over de spijsvertering en bijbehorende organen. De voormeting bestond uit vier onderdelen: 1) Algemene informatie over de leerlingen zelf (*leeftijd* en *geslacht*), 2) Onderdeel A. Onderdeel A bestond uit een open vraag welke organen de leerlingen al kenden, 3) Onderdeel B was een invulopdracht waarbij kennis werd getest. In de uitleg van de organen stonden lege stukken die ingevuld mochten worden, én 4) Onderdeel C was een combineer- en toepassingsopdracht. De organen werden gekoppeld aan getallen om zo de volgorde van het eten door het lichaam aan te geven. Een

voorbeeld van een vraag van de voormeting en nameting was: "*Welke organen die horen bij de spijsvertering, ken je allemaal?*" (Bijlage A). De nameting bestond uit dezelfde vragen als de voormeting (zonder de algemene vragen). De herhaling van deze vragenlijst had het doel om de leerresultaten van de leerlingen met een geïntegreerde en niet-geïntegreerde leertaak te meten.

De scoring van de voor- en nameting werd per onderdeel bepaald. Leerlingen konden voor Onderdeel A maximaal 9 punten scoren. Deze vraag werd gebruikt om de voorkennis tussen de leerlingen te meten. Dit onderdeel werd niet meegenomen bij de totale score op de voor- en nameting, omdat er bij deze vraag veel vooruit gebladerd is naar de andere onderdelen. Bij Onderdeel B werd er voor ieder goed ingevuld stuk, één punt toegekend (Min. score = 0, max. score = 33). Tot slot bepaalde de aantal goede verbindingen tussen organen en cijfers de score op Onderdeel C (Min. score = 0, max. score = 6). De leerlingen konden op de voormeting maximaal 39 punten scoren en op de nameting ook.

Om de betrouwbaarheid van de voor- en nameting te analyseren, is er gekozen voor een betrouwbaarheidsanalyse. De Cronbach's Alpha voor de zes onderdelen van de voor en nameting was .678. Dit kan als voldoende worden geacht voor de doeleinden van dit onderzoek. Er waren geen onderdelen die negatief scoorden en er dus voor zouden kunnen zorgen dat de Alpha zou toenemen.

Cognitieve belasting meting. Om de cognitieve belasting van de leerlingen te meten, werd een secundaire taak gebruikt. Een secundaire taak wordt tegelijkertijd uitgevoerd met de primaire leertaak. Als beide taken de capaciteit in het werkgeheugen gebruiken, zullen deze taken elkaar storen (Bourke, Duncan, & Nimmo-Smith, 1996). De mate van interfereren wordt uitgedrukt in een lage prestatie op de secundaire taak. De secundaire taak moet aan een aantal assumpties voldoen (Brünken, Plass, & Leutner, 2003). De secundaire taak moest uit dezelfde cognitieve bronnen bestaan als de primaire leertaak (visuele/tekstuele taak) en moest

betrouwbaar, geldig en eenvoudig zijn. Tevens bestond de doelgroep (groep 5 en 6) uit kinderen met een gemiddelde leeftijd van 8.95 ($SD = 0.50$). Een secundaire taak leek geschikter voor jonge kinderen dan een vragenlijst, omdat kinderen niet goed kunnen bepalen hoeveel moeite het leren heeft gekost. Secundaire taak blijkt een directe en objectieve meting te zijn (Brünken et al., 2003).

De secundaire taak die aan alle assumpties voldeed, is het memoriseren van letters (Goldin-Meadow, Nusbaum, Kelly, & Wagner, 2001). 6 letters werden 5 seconden getoond en er werd gescoord hoeveel letters van de 6 getoonde letters onthouden werden. De secundaire taak werd tijdens de leertaak en tijdens de nameting afgenomen. Hierdoor kon bepaald worden hoe groot de cognitieve belasting was bij het leerproces (d.i., leertaak) en het leereffect (d.i., nameting). De leerlingen kregen voor iedere opgeschreven letter een punt (Min. score = 0 en max. score = 6, per secundaire taak).

Efficiëntiescore. Leerefficiëntie houdt verband met de relatie tussen leerresultaten en de hoeveelheid mentale inspanning die leerlingen investeren om te presteren. Deze combinatie tussen cognitieve belasting en leerresultaat leverde een betrouwbare schatting op van de efficiëntie van instructiemethoden, zowel wat betreft het leerproces als de leerprestaties (Kirschner, Paas, Kirschner, & Janssen, 2011). De aanpak van Paas en Van Merriënboer (1993) werd gebruikt om de leerefficiëntie te berekenen. Het basisidee achter deze aanpak was dat leerprestaties en mentale inspanning gecombineerd worden en dit een indicatie is voor de kwaliteit van de cognitieve schema's die tijdens het leren werden geconstrueerd.

De efficiëntiescore werd berekend door de formule die ook gebruik werd door Paas en Van Merriënboer (1993). In deze formule werden gestandaardiseerde scores gebruikt van de leerprestaties (leerresultaten) en mentale inspanning (cognitieve belasting). De efficiëntie score, E , is berekend voor elke deelnemer behulp van de formule: $E = [(P - R) / 2^{1/2}]$. Een

hoge leerefficiëntie gaf aan dat er hoge prestaties waren in combinatie met een relatief lage mentale inspanning. Daarentegen gaf een lage prestatie op de nameting in combinatie met een relatief hoge mentale inspanning, een lage efficiëntie aan (Kirschner et al., 2011). De score van de efficiëntie score had een bereik tussen 0.01 en 3.09.

Validiteit en betrouwbaarheid. De validiteit en betrouwbaarheid van dit onderzoek werden op drie manieren gewaarborgd. De validiteit van de testen werd gewaarborgd door gebruik te maken van een pilot. Deze pilot testte de materialen op zwakheden en fouten. Tevens testte de pilot of de instructies duidelijk waren voor de participanten (Bijlage C). Na de pilot is de instructie voor de voormeting en nameting aangepast door meer nadruk te leggen op dat het niet erg is om niet alles te kunnen invullen bij beide metingen. Om de betrouwbaarheid bij de beoordeling van de testen te verhogen, werd er gebruik gemaakt van een betrouwbaarheidsanalyse.

Procedure

De leerlingen waarvan de ouders actief toestemming hebben gegeven, mochten meedoen aan het onderzoek in de klas. De leerlingen werkten individueel met eigen materiaal. De pre-leerfase is de fase waarin de voormeting werd afgenomen om voorkennis te testen. Leerlingen zaten aan aparte tafels met ruimte ertussen en de onderzoeksleider die oplette of iedereen rustig aan het werk was en bezig was met de taak. Ook konden de leerlingen vragen stellen bij onduidelijkheden. Voor het invullen van de voormeting hadden de leerlingen 10 minuten de tijd. De voormeting werd afgenomen op papier. De leerlingen vulden deze in met potlood of pen.

Na de pre-leerfase volgde de leerfase waarin de leertaak (geïntegreerd en niet geïntegreerd) werd aangeboden en waarin cognitieve belasting werd gemeten met een secundaire taak. Eerst werden de 6 letters getoond waar de kinderen 5 seconden de tijd voor kregen om deze letters te onthouden. Daarna werd de leertaak aangeboden waarbij de

kinderen willekeurig werden toebedeeld aan een van de twee condities. Ongeveer de helft van de participanten kreeg een versie met geïntegreerde informatie en de andere helft een versie met niet-geïntegreerde informatie (Bijlage A). De leerlingen werden gevraagd de opdrachten voor zichzelf zorgvuldig te lezen, de aangeboden informatie te leren en de organen op de juiste plaats van het lichaam te plaatsen. De leerfase duurde 15 minuten. Na de leertaak, werd er op een papieren strook met 6 hokjes voorgelegd waarop de kinderen de onthouden letters mochten invullen.

De testfase volgde op de leerfase waarin met een nameting het leereffect werd gemeten en waarin de cognitieve belasting werd gemeten met een secundaire taak. Eerst werden er 6 nieuwe letters getoond waar de kinderen 5 seconden de tijd voor kregen om deze letters te onthouden. Daarna vulden de kinderen de nameting in. Gedurende het onderzoek werkten de leerlingen zelfstandig. Na het meedoen aan het onderzoek, werden de leerlingen beloond met een presentje.

Data-analyse

De ruwe data werd ingevoerd in SPSS. Voor het uitvoeren van de analyses, zijn de volgende stappen ondernomen om de data compleet te maken. Ten eerste zijn de scores van de cognitieve belasting (aantal letters) gehercodeerd, omdat in eerste instantie een lage score op de letters een hoge belasting aangaf. Om dit evenredig te maken zijn de scores omgedraaid, zodat een lage score op de letters een lage belasting aangaf (Bijlage F). Ten tweede zijn de missende waarden bij de leeftijd en geslacht van de participanten vervangen door de gemiddelden. Dit is gebeurd door een nieuwe variabele aan te maken voor leeftijd en geslacht met daarin op de plekken zonder data de gemiddelde score. Tot slot is de variabele ‘totale leerresultaten’ aangemaakt. Deze variabele bestaat uit het verschil tussen scores van uit Onderdeel B en C (voormeting) en Onderdeel B en C (nameting). Tevens zijn er gestandaardiseerde scores gemaakt voor leerresultaten en cognitieve belasting over de

nameting voor de berekening van de 'efficiëntie' score. Met de gestandaardiseerde scores van leerresultaten en de cognitieve belasting is de formule van Paas en Van Merriënboer (1993) aangevuld en is de variabele 'Leerefficiëntie' gemaakt.

Om de opgestelde hypothesen te toetsen met onafhankelijke *t*-testen, moest er worden voldaan aan vier assumpties. 1) schaal van meten, 2) onafhankelijk, 3) normaliteit en 4) homogeniteit of variantie. De schaal van meten was ratio of interval en elke participant heeft één keer meegedaan aan het onderzoek. De vierde assumptie werd getest als onderdeel van de *t*-test. De derde assumptie bepaalde van de normaliteit van de steekproef. In dit onderzoek is gekeken naar de resultaten van de Shapiro-Wilk test. De aanname van normaliteit werd geschonden bij alle testen. Dit betekende dat de scores niet normaal verdeeld waren. Daarom is er gekozen voor een non-parametrische toets: Mann-Whitney *U* test.

Resultaten

Om antwoord te krijgen op de onderzoeksvraag zijn de gegevens uit het onderzoek geanalyseerd en hebben geleid tot de volgende resultaten. In tabel 1 zijn de gemiddelde scores van de afhankelijke variabelen in de geïntegreerde, niet-geïntegreerde conditie, en totale score weergegeven. Aan de hand van een onafhankelijke *t*-test werd bepaald dat de voorkennis voor de geïntegreerde groep en de niet-geïntegreerde groep gelijk was. De Levene's test liet zien dat er gekeken mocht worden naar de niet aangenomen gelijke varianties, $F(1,126) = 6.97, p = .009$. De onafhankelijke *t*-test testte de verschillen tussen deze twee groepen. De *t*-test was niet significant, $t(126) = 1.34, p = .090, d = .24, 0, 95\% \text{ CI} [-0.301, 1.60]$.

Tabel 1

Gemiddelden van cognitieve belasting, leerresultaat en leerefficiëntie.

Afhankelijke variabelen	Informatie Integratie							
	Geïntegreerd		Niet-geïntegreerd		Totaalscore			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Cognitieve belasting (leertaak)	2,52	0.18	2.38	0.18	2.45	1.46	0.00	6.00
Cognitieve belasting (nameting)	1.86	0.16	2.00	0.17	1.93	1.30	0.00	6.00
Leerresultaat	2.65	0.45	3.03	0.58	2.84	4.15	-5.00	21.00
Leerefficiëntie	0.65	0.07	0.76	0.09	0.70	0.62	0.01	3.09

Leerresultaten

De scores die worden meegenomen in de leerresultaten waren het verschil tussen de voormeting (Onderdeel B en C) en nameting (Onderdeel B en C). De Mann-Whitney *U* test duidde aan dat de leerresultaten van de geïntegreerde groep (*Mean Rank* = 64.10, *n* = 63) niet significant hoger waren dan de niet geïntegreerde groep (*Mean Rank* = 64.88, *n* = 65), *U* = 2022.50, *z* = -.12, *p* = .453 (eenzijdig), *r* = -.01.

Cognitieve belasting

Tijdens leertaak. De Mann-Whitney *U* test laat zien dat de cognitieve belasting tijdens de leertaak van de geïntegreerde groep (*Mean Rank* = 62.68, *n* = 63) niet significant hoger was dan die van de niet geïntegreerde groep (*Mean Rank* = 66.37, *n* = 65), *U* = 1929.50, *z* = -.58, *p* = .281 (eenzijdig), *r* = -.05.

Tijdens nameting. De Mann-Whitney *U* test duidt aan dat de cognitieve belasting tijdens de nameting van de geïntegreerde groep (*Mean Rank* = 62.69, *n* = 63) niet significant hoger was dan die van de niet geïntegreerde groep (*Mean Rank* = 66.25, *n* = 65), *U* =

1933.50, $z = -.59$, $p = .279$ (eenzijdig), $r = -.05$.

Efficiëntie

De Mann-Whitney U test duidt aan dat de cognitieve belasting tijdens de leertaak van de geïntegreerde groep ($Mean Rank = 63.37$, $n = 63$) niet significant hoger was dan die van de niet geïntegreerde groep ($Mean Rank = 65.60$, $n = 65$), $U = 1976.00$, $z = -.34$, $p = .367$ (eenzijdig), $r = -.03$.

Discussie

In dit onderzoek werd onderzocht of de integratie van meerdere bronnen van informatie bij leermaterialen (split-attention effect) het leereffect vergroot bij een combinatie van tekst en afbeeldingen, ook het leereffect vergroot bij een combinatie van tekst met fysieke materialen. De onderzoeksvraag die hierbij hoorde was: Wat is het effect van split-attention met fysiek materiaal en tekst op cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie voor leerlingen in het basisonderwijs? De verwachting was dat als tekst en fysiek materiaal geïntegreerd gepresenteerd werden, dit zou resulteren in een lage cognitieve belasting, hogere leerprestaties en een hoge leerefficiëntie.

De eerste hypothese was dat de geïntegreerde groep een lagere cognitieve belasting zou ervaren dan de niet-geïntegreerde groep tijdens de leertaak en tijdens de nameting. Dit werd verklaard door de CBT waarbij split-attention lerenden dwingt om hun aandacht te verdelen tussen informatiebronnen (Sweller, 2008). Om deze bronnen mentaal te integreren, zou er een hoge extraneous cognitieve belasting ontstaan (Ayres & Sweller, 2005; Chandler & Sweller, 1992). Als deze bronnen al geïntegreerd zijn, zou het dus moeten zorgen voor een lage extraneous cognitieve belasting. Dit geldt voor de cognitieve belasting meting tijdens de leertaak en tijdens de nameting. Beide resultaten gaven een niet significant effect weer. Dit betekent dat de geïntegreerde en niet-geïntegreerde groep niet significant verschillen op cognitieve belasting.

Een niet significant effect kan duiden op een hoge cognitieve belasting. Tabel 1 laat een lage score zien op de gemiddelden van de cognitieve belasting tijdens de leertaak en tijdens de nameting. Een verklaring voor deze niet significante resultaten zou kunnen zijn dat de leertaak wellicht te moeilijk was voor de participanten. Volgens Kirschner et al. (2010) wordt de complexiteit van een taak bepaald door het aantal elementen die geleerd moeten worden en de interacties tussen de elementen. Als de leertaak te moeilijk is, kan dit komen door een te lage voorkennis of een te hoge element interactie (Sweller, 2008). De intrinsieke belasting is te hoog bij een te moeilijke leertaak. Zelfs met het wegnemen van de extraneus belasting bij de geïntegreerde conditie zou de cognitieve belasting tijdens de leertaak en de nameting te hoog zijn.

Voor vervolgonderzoek zou het belangrijk zijn om rekening te houden met de moeilijkheidsgraad van de leertaak en voor- en nameting. De moeilijkheidsgraad van de leertaak kan worden verlaagd door de voorkennis te vergroten, de elementen-interactie te verlagen (bijvoorbeeld de leertaak meer richten op minder verschillende elementen: minder organen uitvragen), en rekening te houden met de leesvaardigheden van de kinderen. De leertaak en voor- en nameting bestonden uit veel tekst. Een deel van leerlingen die participeerden in dit onderzoek hadden een allochtone of zelfs niet-Nederlandse achtergrond. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat de kinderen moeite hadden met de hoeveelheid en met het begrijpen van de tekst. Het voorlezen van de tekst op een mobiel apparaat of het uitvragen van minder organen zou kunnen zorgen voor een aansluitende leertaak en voor-en nameting.

De cognitieve belasting van de kinderen is gemeten met behulp van een secundaire taak. Een secundaire taak leek geschikter voor jonge kinderen dan een cognitieve belasting vragenlijst, omdat secundaire taak een objectieve meting is en een vragenlijst een subjectieve meting (Brünken et al., 2003). Jonge kinderen kunnen niet goed bepalen hoeveel moeite het leren heeft gekost. Andere manieren om de cognitieve belasting objectief te meten zijn

fysiologische metingen, zoals hartslag (Paas & Van Merriënboer, 1994), pupil verwijding (Beatty, 1982), eye-tracking (Paas et al., 2003) en het meten van de hersenactiviteit met een fMRI (Brünken et al., 2003). Deze manieren van cognitieve belasting meten zouden uitgevoerd kunnen worden bij kinderen, omdat zij zelf niet hoeven te bepalen hoeveel moeite een taak heeft gekost.

In de tweede hypothese werd verwacht dat de geïntegreerde groep een positief effect zou hebben op de leerresultaten. Dit werd verklaard vanuit de split-attention theorie van de CBT (Chandler & Sweller, 1992). Als diverse bronnen dichterbij elkaar zouden staan, wordt er minder ruimte in beslag genomen door extraneous belasting en is er meer ruimte voor het werkgeheugen om te leren (germane belasting) (Sweller, 2008). Er werden dus hogere leerresultaten verwacht bij de geïntegreerde groep dan bij de niet geïntegreerde groep. De resultaten laten een niet significant effect zien. De geïntegreerde en niet-geïntegreerde groep verschillen niet significant op leerresultaten.

Dit niet significante effect kan verklaard worden door te kijken naar moeilijkheid van de leertaak, maar ook naar de voorkennis en leerstrategieën van de kinderen. Tabel 1 laat extreem lage scores zien op de gemiddelden van de leerresultaten. Een eerder besproken verklaring voor deze niet significante resultaten zou kunnen zijn dat de leertaak wellicht te moeilijk was voor de participanten. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat de nodige voorkennis nog niet ontwikkeld is bij kinderen uit groep 5 en 6. De voorkennis van de kinderen gaat vooral over wat ze al weten over het menselijk lichaam. Uit de resultaten blijkt dat de kinderen uit de twee condities (d.w.z., geïntegreerd en niet-geïntegreerd) niet significant verschillen op de voorkennis. Het kan zijn dat de kinderen over het algemeen weinig voorkennis hadden over het menselijk lichaam en dat de leertaak niet aansloot bij het niveau van voorkennis. Met andere woorden; kinderen met weinig voorkennis in het werkgeheugen, ervaren een hoge cognitieve belasting bij het verwerken van nieuwe

informatie dan kinderen met meer voorkennis.

De laatste verklaring voor de onverwachte resultaten van de tweede hypothese, zou kunnen gaan over het aanleren van leerstrategieën. Tijdens de leerfase wordt er verwacht dat kinderen aan de slag gaan met de leertaak en informatie tot zich nemen (d.i., leren). De meerderheid van de kinderen wisten niet goed hoe ze moesten leren. Dit bleek uit uitspraken, zoals: “Ik heb de tekst één keer gelezen en nu?” Leren leren is het ontwikkelen van een manier om informatie tot je te nemen. Concrete manieren van leren die leerlingen kunnen inzetten om te leren, worden leerstrategieën genoemd (Verstraete & Nijman, 2016). Deze leerstrategieën worden vaak pas in groep 7 en 8 van de basisschool of op de middelbare school aangeleerd. Leren leren en leerstrategieën spelen in het basisonderwijs geen grote rol (Blok, Oostdam & Peetsma, 2006). De lage leerresultaten zouden verklaard kunnen worden doordat deze leer nog niet aangeleerd en ontwikkeld zijn bij kinderen uit groep 5 en 6.

Voor vervolgonderzoek zou het interessant zijn om verder onderzoek te doen naar oudere leerlingen. Omdat leren leren op de basisschool geen grote rol speelt (Blok et al., 2006), is het interessant om groep 8 en middelbare school leerlingen te onderzoeken. Deze leerlingen hebben waarschijnlijk meer ervaring met leren leren en zullen meer leerstrategieën hebben om de informatie van leertaak tot zich te nemen. Door onderzoek te doen bij oudere kinderen zal de leertaak beter aansluiten bij de voorkennis en leerstrategieën. Waardoor het onderzoek daadwerkelijk het split-attention effect kan meten.

De derde hypothese was dat door een lagere cognitieve belasting en een hoger leerresultaat, er een hogere leerefficiëntie werd verwacht. De leerefficiëntie is berekend door een formule van Paas en Van Merriënboer (1993). De scores op leerefficiëntie indiceren de kwaliteit van de cognitieve schema's die tijdens het leren worden geconstrueerd. Er werd verondersteld dat het effect van split-attention op leerefficiëntie is dat bij geïntegreerd materiaal de leerefficiëntie hoger is dan bij het leren met niet-geïntegreerd materiaal. De

resultaten op de leerefficiëntie laten een niet significant effect zien. Dit betekent dat de geïntegreerde en niet-geïntegreerde groep niet significant verschillen op leerefficiëntie.

Een verklaring voor dit niet significante effect heeft waarschijnlijk te maken met de verklaringen rondom de cognitieve belasting en leerresultaten, omdat dit twee onderdelen zijn uit de formule van de leerefficiëntie (Paas & Van Merriënboer, 1993). Een andere, mogelijke, verklaring voor het onverwachte resultaat van leerefficiëntie is de context waarin het onderzoek werd uitgevoerd. Opgemerkt moet worden dat de onderzoeksetting overeenkomt met de dagelijkse setting van de klas. De voor- en nameting en de leertaak hebben plaatsgevonden in de klas. De hele klas heeft tegelijk in toets-opstelling de onderzoekstaken volbracht. De context van het onderzoek was erg verschillend per klas. Drie voorbeelden zijn dat in een klas de kinderen naar het toilet mochten tijdens het onderzoek, in een andere klas de kinderen mochten praten met elkaar, en sommige kinderen heen en weer bladerden bij de voor- en nameting, ondanks dat het nadrukkelijk was gevraagd door de onderzoeksleider om blad voor blad te werken. Deze drie voorbeelden van verschillende context in de klassen zouden de niet significante resultaten kunnen verklaren. Kirschner et al. (2009) geven in hun onderzoek aan dat de onderzoekssituatie van verschillende klassen zou kunnen zorgen voor 'ruis' in de gegevens en ervoor zou kunnen zorgen dat de effecten anders zijn dan in experimenteel onderzoek. Deze verschillen in context zijn in strijd met de onderzoeksprocedure (Bijlage C) en hebben dus mogelijk de onderzoeksresultaten beïnvloedt.

In vervolgonderzoek zou de context minder verschillend moeten zijn tussen klassen. Dit zou opgelost kunnen worden door het onderzoek uit te voeren in een onderzoeksruimte. Tevens zou de onderzoeksprocedure strikter gevolgd kunnen worden. Een voorbeeld is dat de kinderen een onderdeel van de voor- of nameting krijgen aangeboden en pas een nieuw onderdeel krijgen als ze het eerste onderdeel af hebben. Omdat deze striktere

onderzoeksprocedure meer tijd en onderzoekers vraagt, zouden de voor- en nameting gedigitaliseerd kunnen worden om dit te beperken

De resultaten uit deze masterthesis dragen bij aan het verkennen van het effect van split-attention met fysiek materiaal en teksten in het basisonderwijs. Het is relevant om onderzoek te doen naar het split-attention effect op basisscholen omdat basisscholen veel werken met afbeeldingen, fysiek materiaal en teksten, en er daarnaast niet veel onderzoek is gedaan naar split-attention in het basisonderwijs. Op basis van de CBT blijkt het belangrijk te zijn dat educatieve ontwerpen rekening houden met het split-attention effect. Maar door de onverwachte resultaten en eerdergenoemde beperkingen van dit onderzoek, wordt er geconcludeerd dat er meer onderzoek nodig is naar de effecten van split-attention met fysieke, tastbare materialen en tekst (Liu et al., 2012).

De praktische relevantie van de resultaten van deze masterthesis bestaat uit het gebruik van de leertaak. De leertaak van dit onderzoek kan gebruikt worden door leerkrachten in het basisonderwijs en het voortgezet onderwijs als lesmateriaal. De leertaak is geschikt voor de oudste kinderen op de basisschool of voor middelbare school leerlingen. De leerkrachten kunnen de leertaak inzetten tijdens natuuronderwijs of biologie om kinderen te laten leren over de functie en de locatie van de spijsverteringsorganen, en over de volgorde van organen waardoor het eten gaat.

Samenvattend toonde deze studie aan dat er geen verwachte effecten van split-attention zijn gevonden op cognitieve belasting, leerresultaten en leerefficiëntie tussen de groep met geïntegreerde informatie en de groep met niet-geïntegreerde informatie. Er wordt aanbevolen in de toekomst meer onderzoek te doen naar de effecten van split-attention met fysieke materialen en tekst (Liu et al., 2012) en daarbij rekening te houden met eerdergenoemde beperkingen van dit onderzoek.

Referenties

- Ayres, P., & Sweller, J. (2005). *The Split-Attention Principle in Multimedia Learning*. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 135-146). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511816819.009
- Beatty, J. (1982). Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological Bulletin*, *91*(2), 276-292. doi: 10.1037/0033-2909.91.2.276
- Blok, H., Oostdam, R. J., & Peetsma, T. T. D. (2006). *Het nieuwe leren in het basisonderwijs; een begripsanalyse en een verkenning van de schoolpraktijk*. SCO-Kohnstamm Instituut.
- Bobis, J., Sweller, J., & Cooper, M. (1993). Cognitive effects in a primary-school geometry task. *Learning & Instruction*, *3*, 1-21. doi: 10.1016/S0959-4752(09)80002-9
- Bourke, P. A., Duncan, J., & Nimmo-Smith, I. (1996). A general factor involved in dual-task performance decrement. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology A*, *49*, 525-545.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, *38*(1), 53-61. doi:10.1207/S15326985EP3801_7
- Carlsen, D. D., & Andre, T. (1992). Use of a microcomputer simulation and conceptual change to overcome students' preconceptions about electric circuits. *Journal of computer Based Instruction*, *19*(4), 105-109.
- Cerpa, N., Chandler, P., & Sweller, J. (1996). Some conditions under which integrated computer-based training software can facilitate learning. *Journal of Educational Computing Research*, *15*(4), 345-367. doi: 10.2190/MG7X-4J9N-CKYR-P06T

- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load?. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315-324.
doi: 10.1016/j.chb.2008.12.020
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.
doi:10.1207/s1532690xci0804_2
- Chandler, P., & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62, 233-246.
doi: 10.1111/j.2044-8279.1992.tb01017.x
- Chandler, P., & Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 10(2), 151-170.
doi: 10.1002/(SICI)1099-0720(199604)10:2<151::AID-ACP380>3.0.CO;2-U
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science education*, 90(6), 1073-1091. doi: 10.1002/sce.20164
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*, 24(1), 87-114.
- Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H., Kelly, S. D., & Wagner, S. (2001). Explaining math: Gesturing lightens the load. *Psychological Science*, 12(6), 516-522.
doi: 10.1111/1467-9280.00395
- Janssen-Vos, F., & Van Oers, B. (2005). Van begeleid spelen valt veel te leren. *Zone*, 4(1), 4-7.
- Kablan, Z., & Erden, M. (2008). Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction. *Computers &*

- Education*, 51(2), 660-668. doi: 10.1016/j.compedu.2007.07.002
- Kirschner, F., Kester, L., & Corbalan, G. (2010). Cognitive load theory and multimedia learning, task characteristics, and learning engagement: the current state of the art. *Computers in Human Behavior*, 27, 1-4. doi: 10.1016/j.chb.2010.05.003
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational psychology review*, 21(1), 31-42. doi: 10.1007/s10648-008-9095-2
- Kirschner, F., Paas, F., Kirschner, P. A., & Janssen, J. (2011). Differential effects of problem-solving demands on individual and collaborative learning outcomes. *Learning and Instruction*, 21(4), 587-599. doi: 10.1016/j.learninstruc.2011.01.001
- Klahr, D., Triano, L. M., & Williams, C. (2007). Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 183-203. doi: 10.1002/tea.20152
- Leahy, W., & Sweller, J. (2008). The imagination effect increases with an increased intrinsic cognitive load. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 22(2), 273-283. doi: 10.1002/acp.1373
- Liu, T. C., Lin, Y. C., Tsai, M. J., & Paas, F. (2012). Split-attention and redundancy effects on mobile learning in physical environments. *Computers & Education*, 58(1), 172-180. doi: 10.1016/j.compedu.2011.08.007
- Mayer, R. E., & Gallini, J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of educational psychology*, 82(4), 715-726.
- Moreno, R., & Park, B. (2010). *Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories*. In J. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 9-28). Cambridge: Cambridge University Press.

doi:10.1017/CBO9780511844744.003

Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning:

When presenting more material results in less understanding. *Journal of educational psychology*, 93(1), 187-198. doi: 10.1037//0022-0663.93.1.187

Paas, F. G. W. C., & Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional

conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors*. 35, 737-743. doi: 10.1177/001872089303500412

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional

design: Recent developments. *Educational psychologist*, 38(1), 1-4.

doi: 10.1207/S15326985EP3801_1

Rasch, T., & Schnotz, W. (2009). Interactive and non-interactive pictures in multimedia

learning environments: effects on learning outcomes and learning efficiency.

Learning and Instruction, 19(5), 411-422. doi: 10.1016/j.learninstruc.2009.02.008

Sweller, J. (2008). *Human cognitive architecture*. In J. M Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van

Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational*

communications and technology (pp. 369–381). New York: Routledge Taylor &

Francis.

Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and*

Instruction, 12(3), 185-233. doi: 10.1207/s1532690xci1203_1

Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P., & Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the

structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*,

119(2), 176-192. doi: 10.1037/0096-3445.119.2.176

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and

instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.

doi: 10.1023/A:1022193728205

- Tabbers, H. K., Martens, R., & Merrienboer, J. J. van. (2000). *Multimedia instructions and cognitive load theory: Split-attention and modality effects*. In National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Long Beach, CA.
- TULE. (2006). Kerndoelen: Oriëntatie op jezelf en de wereld, leerlijn 41. SLO: Enschede. Geraadpleegd op 18-2-2019 van <http://tule.slo.nl/OriëntatieOpJezelfEnWereld/F-L41.html>
- Verstraete, I., & Nijman, K. (2016). *Handboek leren leren voor het voortgezet onderwijs. 5 krachtige leerprincipes vertaald naar de praktijk*. Huizen: Uitgeverij Pica.
- Yeung, A. S., Jin, P., & Sweller, J. (1998). Cognitive load and learner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading with explanatory notes. *Contemporary educational psychology*, 23(1), 1-21. doi: 10.1006/ceps.1997.0951
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and instruction*, 21(3), 317-331. doi: 10.1016/j.learninstruc.2010.03.001

Bijlage A – Materiaal

Secondary Task 1 (A3 formaat, lettertype 80)

A D F Z H L

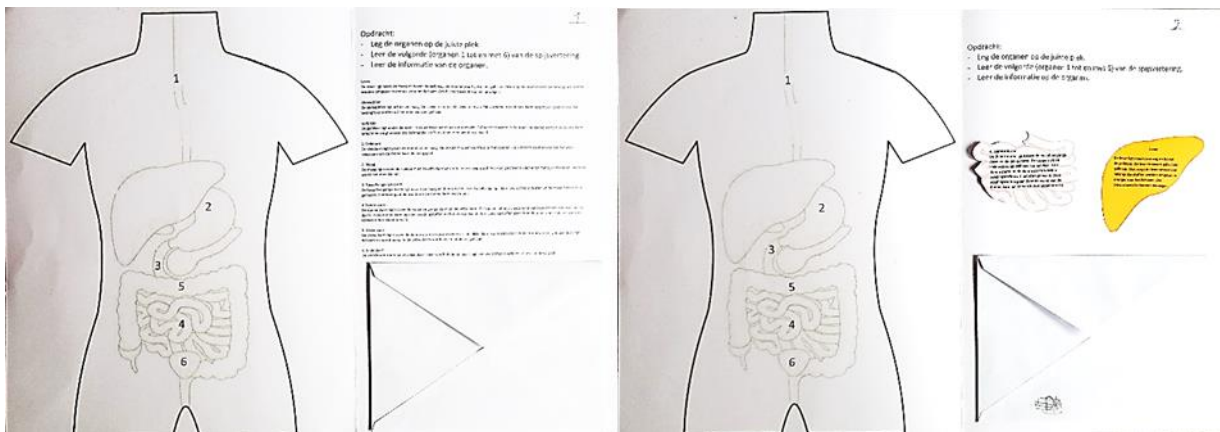
Secondary Task 2 (A3 formaat, lettertype 80)

T U Z W X R

Secondary Task (invulvakken)

--	--	--	--	--	--

Leertaak



Voor en Nameting

Voormeting:

Algemeen

Leeftijd: _____

Ik ben een jongen/meisje: _____

Ik ben jarig op: _____

Onderdeel A - algemeen

Welke organen die horen bij de spijsvertering, ken je allemaal?

Onderdeel B – plaats en functie

Lever

De lever ligt naast de _____ en boven de _____. De lever bewaart _____ uit de galblaas. Ook zorgt de lever ervoor dat _____ voor het lichaam. Om bijvoorbeeld te kunnen bewegen.

Alvleesklier

De alvleesklier ligt achter de _____. De alvleesklier maakt _____. Dit sap komt in de _____ terecht en zorgt ervoor dat belangrijke stoffen uit het eten worden gehaald.

Galblaas

De galblaas ligt onder de _____. In de galblaas wordt _____ gemaakt. Gal wordt bewaard in de _____. Het galsap komt in de dunne darm terecht en zorgt ervoor dat _____ worden gehaald.

Slokdarm

De slokdarm ligt tussen de _____ en de _____. De slokdarm is een _____. De slokdarm zorgt ervoor dat het eten langzaam van de _____ gaat.

Maag

De maag ligt tussen de _____ en _____. In de maag wordt het eten gekneed en gemengd met _____. Hierdoor wordt het eten kleiner.

Twaalfvingerige darm

De twaalfvingerige darm ligt tussen de _____ en _____. In de twaalfvingerige darm wordt het zure eten uit de maag _____ gemaakt. Hierdoor gaat de wand van de dunne darm niet kapot.

Dunne darm

De dunne darm ligt tussen de _____ en de _____. De sappen uit de _____ en _____ komen hier in de dunne darm. In de dunne darm worden _____ uit het eten gehaald. Deze voedingsstoffen gaan door de wand van de dunne darm en komen in het _____ terecht.

Dikke darm

De dikke darm ligt tussen de _____ en de _____. In de dikke darm komt eten dat niet meer kan worden gebruikt door het lichaam en wordt _____. In de dikke darm wordt _____ uit de brij gehaald.

Endeldarm

De endeldarm komt na de _____. Hier wordt de poep _____ en wordt het losgelaten als je naar de wc gaat.

Onderdeel C – Proces van spijsvertering

Wat is de volgorde van alle organen van de spijsvertering. Verbindt de juiste organen met het juiste cijfer. (1 = het orgaan waar het eten het eerste komt, 6 = het orgaan waar het eten het laatste komt).

* Alveesklier, lever en galblaas horen hier niet bij.

- | | | | |
|----|---|---|----------------------|
| 1. | • | • | Endeldarm |
| 2. | • | • | Dunne darm |
| 3. | • | • | Maag |
| 4. | • | • | Dikke darm |
| 5. | • | • | Twaalfvingerige darm |
| 6. | • | • | Slok darm |

Nameting:

Onderdeel A - algemeen

Welke organen die horen bij de spijsvertering, ken je allemaal?

Onderdeel B – plaats en functie

Lever

De lever ligt naast de _____ en boven de _____. De lever bewaart _____ uit de galblaas. Ook zorgt de lever ervoor dat _____ voor het lichaam. Om bijvoorbeeld te kunnen bewegen.

Alvleesklier

De alvleesklier ligt achter de _____. De alvleesklier maakt _____. Dit sap komt in de _____ terecht en zorgt ervoor dat belangrijke stoffen uit het eten worden gehaald.

Galblaas

De galblaas ligt onder de _____. In de galblaas wordt _____ gemaakt. Gal wordt bewaard in de _____. Het galsap komt in de dunne darm terecht en zorgt ervoor dat _____ worden gehaald.

Slokdarm

De slokdarm ligt tussen de _____ en de _____. De slokdarm is een _____. De slokdarm zorgt ervoor dat het eten langzaam van de _____ gaat.

Maag

De maag ligt tussen de _____ en _____. In de maag wordt het eten gekneed en gemengd met _____. Hierdoor wordt het eten kleiner.

Twaalfvingerige darm

De twaalfvingerige darm ligt tussen de _____ en _____. In de twaalfvingerige darm wordt het zure eten uit de maag _____ gemaakt. Hierdoor gaat de wand van de dunne darm niet kapot.

Dunne darm

De dunne darm ligt tussen de _____ en de _____. De sappen uit de _____ en _____ komen hier in de dunne darm. In de dunne darm worden _____ uit het eten gehaald. Deze voedingsstoffen gaan door de wand van de dunne darm en komen in het _____ terecht.

Dikke darm

De dikke darm ligt tussen de _____ en de _____. In de dikke darm komt eten dat niet meer kan worden gebruikt door het lichaam en wordt _____. In de dikke darm wordt _____ uit de brij gehaald.

Endeldarm

De endeldarm komt na de _____. Hier wordt de poep _____ en wordt het losgelaten als je naar de wc gaat.

Onderdeel C – Proces van spijsvertering

Wat is de volgorde van alle organen van de spijsvertering. Verbindt de juiste organen met het juiste cijfer. (1 = het orgaan waar het eten het eerste komt, 6 = het orgaan waar het eten het laatste komt).

* Alveesklier, lever en galblaas horen hier niet bij.

- | | | | |
|----|---|---|----------------------|
| 1. | • | • | Endeldarm |
| 2. | • | • | Dunne darm |
| 3. | • | • | Maag |
| 4. | • | • | Dikke darm |
| 5. | • | • | Twaalfvingerige darm |
| 6. | • | • | Slok darm |

Bijlage B – Informed Consent + informatie



Universiteit Utrecht

Beste ouder / verzorger,

Mijn naam is Désiree Geujen. Ik studeer aan de Universiteit Utrecht: Onderwijswetenschappen. Voor mijn master doe ik onderzoek naar het verbeteren van lesmateriaal. Graag wil ik uw toestemming vragen voor deelname van uw kind aan dit onderzoek.

Doel van het onderzoek

Er is veel lesmateriaal op een basisschool. De vraag is of al het lesmateriaal wel optimaal wordt gebruikt. Worden kinderen er niet door afgeleid en leidt het niet tot meer moeite om echt te kunnen leren. Om hier beter inzicht te krijgen, doe ik onderzoek naar het gebruik van teksten en fysiek materiaal op basisscholen. De looptijd van het onderzoek is van maart tot juni 2019. Hieronder vindt u meer informatie over wat er precies van uw kind wordt verwacht.

Wat houdt het onderzoek praktisch in?

Uw kind zal een keer één uur bezig zijn met het onderzoek. Daarbij zal het kind een vragenlijstje invullen wat het al weet over een bepaald onderwerp. Daarna zal hij/zij een taak maken en tot slot zal er weer een vragenlijstje worden ingevuld. Dit zal in het lokaal en/of anders in de school plaatsvinden. Dit gaat in overleg met de leerkracht.

Is deelname vrijwillig?

Uw kind is vrij om te bepalen of hij/zij wil deelnemen aan het onderzoek. Ook als uw kind besluit om deel te nemen, mag hij/zij zich later op ieder gewenst moment terugtrekken uit het onderzoek. Hiervoor hoeft geen verklaring te worden afgelegd.

Privacy en vertrouwelijkheid

Alle gegevens worden vertrouwelijk behandeld en anoniem verwerkt. Alleen de onderzoeker en de masterthesis begeleider hebben toegang tot de oorspronkelijke data. Na verwerking is het niet mogelijk om gegevens terug te leiden naar uw kind. De gegevens worden op geen enkele manier besproken met de school of andere betrokkenen. Voorafgaand aan het onderzoek zal uw kind ook zelf om toestemming voor deelname worden gevraagd.

Heeft u naar aanleiding van deze brief nog vragen en/of wilt u op de hoogte gehouden worden van dit onderzoek, neem dan contact op met Désiree Geujen (d.j.p.geujen@students.uu.nl).

Uw kind kan alleen deelnemen aan dit onderzoek wanneer u hier toestemming voor geeft.

Wilt u daarom dit formulier ondertekenen en meegeven aan uw kind? Alvast bedankt!

Onderzoek naar interesse-ontwikkeling bij leerlingen: toestemmingsformulier

Ik geef mijn kind wel / geen toestemming om deel te nemen aan dit onderzoek.

Uw naam:

Datum:

Naam kind:

Handtekening:

School/klas kind:



Universiteit Utrecht

Bijlage C – Procedure onderzoek

Pre-leerfase

Vandaag gaan we wat leren over de spijsvertering. Pak in ieder geval een boek of iets op tafel wat je zou kunnen doen als je even moet wachten.

We gaan beginnen met een vragenlijst. Dit kan best lastig zijn, omdat je er misschien nog niks van weet. Dat is niet erg. Vul het zelf in. Als je het niet weet, zet je een streepje. Lees goed de opdrachten. Je krijgt 10 minuten de tijd en dan kijken we even hoe ver iedereen is. Ben je klaar, leg het formulier op de hoek van de tafel en pak je boek (of iets voor jezelf).

Leerfase

Voordat we aan de leertaak beginnen, zal ik jullie kort (5 sec) 6 letters laten zien. Deze moeten jullie proberen te onthouden in je hoofd. Ik ga jullie na de leertaak vragen deze letters op te schrijven. Dus kijk goed en probeer de 6 letters in je hoofd te onthouden.

We gaan nu met de leertaak beginnen. Lees goed de opdrachten. Je krijgt hiervoor een kwartier. Probeer in dit kwartier zo veel mogelijk te lezen en te leren over de organen rondom de spijsvertering, leg de organen goed neer en kijk naar de volgorde (zie cijfers).

Ik laat het jullie weten als we nog 5 minuten hebben. Succes!

Jullie mogen alle organen in de enveloppen doen en het op de hoek van je tafel leggen.

Op het de strook mogen jullie de onthouden letters op te schrijven.

Testfase

Voordat we aan de nameting beginnen, zal ik jullie kort (5 sec) 6 nieuwe letters laten zien. Deze moeten jullie proberen te onthouden in je hoofd. Ik ga jullie na de nameting vragen deze letters op te schrijven. Dus kijk goed en probeer de 6 letters in je hoofd te onthouden.

De nameting ligt nu voor jullie. Je hebt over deze informatie nu geleerd. Probeer alles goed in te vullen. Vul het zelf in. Als je het eerste blad af hebt, mag je twee en drie pakken. Daarbij mag je niet meer naar het eerste blad kijken. Als je het niet weet, zet je een streepje. Lees goed de opdrachten. Je krijgt ongeveer een kwartier de tijd en dan kijken we even hoe ver iedereen is. Ben je klaar, leg de formulieren op de hoek van de tafel en pak je boek (of iets voor jezelf). Op de strook mogen jullie de onthouden letters opschrijven.

Optioneel: Heel goed gedaan! Hoe ging het? Wat vonden jullie ervan?

Bijlage D - Risico analyse

Het FETC bestand zorgt ervoor dat je als onderzoeker al nadenkt over je onderzoek en dit verantwoordt. Daarnaast wil ik in deze risico analyse mogelijke risico's beschrijven en een aanpak maken voor een juiste en tijdige afronding van de master thesis. Er worden in deze risico analyse drie risico's besproken.

Contact school

Het eerste risico gaat over het werven van participanten. De participanten die meedoen aan dit onderzoek zitten op de basisschool (groep 5). Omdat deze kinderen nog niet volwassen zijn, zullen de ouders toestemming moeten geven voor hun kinderen. Helaas heb je niet direct contact met ouders en gaat dit via school. Daarnaast is het belangrijk en bijna verplicht om actief toestemming te vragen. Dit houdt in dat ouders moeten reageren op een brief of mail als ze toestemming geven om hun kind mee te laten doen aan het onderzoek. Zelf ken ik de praktijk een beetje. In scholen duurt het vaak lang voordat mails worden beantwoord of doorgestuurd. Daarnaast zullen in sommige gevallen de leerkrachten en ouders briefjes vergeten mee te geven. Om dit tegen te gaan, zal ik als onderzoeker het volgende doen. Naast bellen en mailen, zal ik zelf mijn gezicht laten zien op scholen. Zo krijgen het schoolteam en de kinderen een beeld bij het onderzoek en kan ik persoonlijk uitleg geven. Vervolgens probeer ik het de school en de leerkrachten zo makkelijk mogelijk te maken bij het verzamelen van de toestemmingen. Mails of brieven kan ik zelf verzamelen, zodat leerkrachten ontlast worden. Met deze maatregelen hoop ik de genoeg participanten te werven.

Tijd

Tijd is een van de elementen die ervoor kan zorgen dat het master onderzoek niet op tijd afkomt. Tijdens dit onderzoek loop ik drie dagen stage bij de PO-Raad. Na het inleveren van het Master Plan is het belangrijk om zo snel mogelijk scholen te werven. Dit wil ik doen via de SPO Utrecht waar ik ook in de freelance pool inval. Tijdens het benaderen is het belangrijk om een goede en concrete planning te maken. De tijdsplanning die er nu staat, is te breed. Het geeft wel een goed beeld voor de komende periode, maar zal helpen om duidelijke en kortere deadlines te stellen. Ook in verband met andere verslagen en stage.

Uitvoeren van onderzoek

Het onderzoek wat wordt uitgevoerd duurt ongeveer 45 minuten. Het is de bedoeling dat alle kinderen in de klas (met actieve toestemming) tegelijk bezig te laten zijn met het onderzoek. Dat betekent dat er genoeg materiaal moet zijn, ruimte moet zijn om alle tafels uit elkaar te zetten en alle taken goed kunnen laten uitvoeren. Daarom is het belangrijk om van tevoren goed afspraken te maken met de leerkracht en een bezoek te brengen aan de school en

klas voor het onderzoek. Zo kan er in overleg al een planning worden gemaakt voor het uur dat ongeveer voor nodig is om het onderzoek te doen. Bij het bezoek aan de klas is meteen duidelijk hoeveel kinderen er zijn en dus ook hoeveel materiaal er nodig is. Tevens is het fijner om te bespreken of materiaal (bijvoorbeeld potlood) al aanwezig op de school.

Bijlage E - FETC

APPLICATION FORM FOR THE ASSESSMENT OF A RESEARCH PROTOCOL BY THE FACULTY ETHICS REVIEW BOARD (FERB) OF THE FACULTY OF SOCIAL AND BEHAVIOURAL SCIENCES**General guidelines for the use of this form**

1. This form can be used for a single research project or a series of related studies (hereinafter referred to as: "research programme"). Researchers are encouraged to apply for the assessment of a research programme if their proposal covers multiple studies with related content, identical procedures (methods and instruments) and contains informed consent forms and participant information, with a similar population. For studies by students, the FERB recommends submitting, in advance, a research programme under which protocol multiple student projects can be conducted so that their execution will not be delayed by the review procedure. The application of such a research programme must include a proper description by the researcher(s) of the programme as a whole in terms of the maximum burden on the participants (e.g. maximum duration, strain/efforts, types of stimuli, strength and frequency, etc.). If it is impossible to describe all the studies within the research programme, it should, in any case, include a description of the most invasive study known so far.
2. Solely the first responsible senior researcher(s) (from post-doctoral level onwards) may submit a protocol.
3. Any approval by the FERB is valid for 5 years or until the information to be provided in the application form below is modified to such an extent that the study becomes more invasive. For a research programme, the term of validity is 2 years and any extension is subject to approval. The researcher(s) and staff below commit themselves to treating the participants in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki and the Dutch Code of Conduct for Scientific Practices as determined by the VSNU Association of Universities in the Netherlands (which can both be downloaded from the FERB site on the Intranet¹) and guarantee that the participants (whether decisionally competent or incompetent and/or in a dependent relationship vis-a-vis the researcher or not) may at all times terminate their participation without any further consequences.
4. The researcher(s) commit themselves to maximising the quality of the study, the statistical analysis and the reports, and to respect the specific regulations and legislation pertaining to the specific methods.
5. The procedure will run more smoothly if the FERB receives all the relevant documents, such as questionnaires and other measurement instruments as well as literature and other sources on studies using similar methods which were found to be ethically acceptable and that testify to the fact that this procedure has no harmful consequences. Examples of studies where the latter will always be an issue are studies into bullying behaviour, sexuality, and parent-child relationships. The FERB asks the researcher(s) to be as specific as possible when they answer the relevant questions while limiting their answers to 500 words maximum per question. It is helpful to the FERB if the answers are brief and to the point.
6. **Our FAQ document that can be accessed through the Intranet provides background information with regards to any questions.**
7. The researcher(s) declare to have described the study truthfully and with a particular focus on its ethical aspects.

Signed for approval²:

Date: 18-2-2019

¹ See: <https://intranet.uu.nl/facultaire-ethische-toetsingscommissie-fetc>

² The senior researcher (holding at least a doctoral degree) should sign here.

A. GENERAL INFORMATION/PERSONAL DETAILS

1.

- a. Name(s), position(s) and department(s) of the responsible researcher(s):
Begeleider: F. Kirschner
- b. Name(s), position(s) and department(s) of the executive researcher(s):
Onderzoeker/student: D. Geujen - 6222218

2. Title of the study or research programme - Does it concern a single study or a research programme? Does it concern a study for the final thesis in a bachelor's or master's degree course?:

Master Educational Sciences – University of Utrecht.

The thesis is of the course: 201600025

Research Plan Master Thesis

3. Type of study (with a brief rationale):

- **experimental**
- observational
- otherwise:

4. Grant provider: -

5. Intended start and end date for the study: 14 November 2018 t/m 19 Juni 2019

6. Research area/discipline: Primair Onderwijs

7. For some (larger) projects it is advisable to appoint an independent contact or expert whom participants can contact in case of questions and/or complaints. Has an independent expert been appointed for this study?³: F. Kirschner, maar alleen voor vragen over het onderzoeksgebied.

8. Does the study concern a multi-centre project, e.g. in collaboration with other universities, a GGZ mental health care institution, a university medical centre? Where exactly will the study be conducted? By which institute(s) are the executive researcher(s) employed?: -

9. Is the study related to a prior research project that has been assessed by a recognised Medical Ethics Review Board (MERB) or FERB? -

If so, which? Please state the file number: -

B. SUMMARY OF THE BACKGROUND AND METHODS*Background*

1. What is the study's theoretical and practical relevance? (500 words max.):

This study is about the split-attention effect between physical material and texts in primary schools. There are a couple of reasons to perform this research about split-attention in primary schools: (1) primary education works a lot with pictures/physical material and texts, (2) there has not been done many research on split-attention in primary schools, and (3) primary school students have a low prior knowledge, so they can experience cognitive load more quickly. Therefore it is important that information is well presented by instructional designers. This is explained through the Cognitive Load

³ This contact may, in principle, also be a researcher (within the same department, or not) who is able to respond to the question or complaint in detail. Independent is to say: not involved in the study themselves. The FERB upholds that an independent contact is not obligatory, but will be necessary when the study is more invasive.

Theory. The split-attention effect relates to the extraneous cognitive load. To create an effective and optimized situation to learn, it is important to reduce extraneous cognitive load by putting text and image together (split-attention effect).

2. What is the study's objective/central question?:

Wat is het effect van split-attention op leerprestaties, leerefficiëntie en cognitieve belasting van basisschool leerlingen?

3. What are the hypothesis/hypotheses and expectation(s)?:

Er wordt verondersteld dat als tekst en fysiek materiaal geïntegreerd worden gepresenteerd in plaats van niet-geïntegreerd, leerlingen uit het basisonderwijs eerder in staat zijn tekst en fysiek materiaal in het werkgeheugen op hetzelfde moment te houden. Dit zal een positief effect hebben op leerprestaties, efficiëntie en cognitieve belasting. De hypothese is hoe hoger de leerprestaties, hoe lager de cognitieve belasting; hoe hoger de efficiëntie van leren. Omdat basisschoolleerlingen weinig voorkennis hebben, kunnen ze een hogere cognitieve belasting ervaren (Cook, 2006).

Design/procedure/invasiveness

4. What is the study's design and procedure? (500 words max.):

Het ontwerp van deze studie was een experimenteel gemengd ontwerp van 2x1. Er was één onafhankelijke variabele split-attention. Deze onafhankelijke variabele werd in twee groepen verdeeld; geïntegreerd en niet-geïntegreerde informatie. De afhankelijke variabelen waren leerprestaties, leerefficiëntie en cognitieve belasting.

De leerlingen waarvan de ouders actief toestemming hebben gegeven mogen meedoen aan het onderzoek in de klas. De leerlingen werkten individueel met eigen materiaal. Voorafgaand aan de leertaak moesten de leerlingen een voormeting doen. Leerlingen zaten aan aparte tafels met ruimte ertussen en er was een persoon die oplette of iedereen rustig aan het werk was en bezig was met de taak. Ook konden de leerlingen vragen stellen bij onduidelijkheden. Voor het invullen van de voormeting hadden de leerlingen 5 à 10 minuten voor. De voormeting was een vragenlijst die werd afgenomen op papier. De leerlingen vulden deze in met een potlood of pen. Na 5 minuten pauze kregen de leerlingen de leertaak voor zich. Voordat de leerlingen aan deze taak mochten beginnen, werd er eerst de secundaire taak aangeboden. Drie seconden kregen de kinderen de tijd om naar de matrix met gevulde en lege hokjes te kijken en te onthouden. Na de secundaire taak, werd de leertaak aangeboden. Hierbij kreeg de helft een versie met geïntegreerde informatie van het lichaam en de tekst en de andere helft een versie met niet-geïntegreerde informatie. De leertaak mocht max 15 min duren en de kinderen kregen in deze tijd de kans om de organen op de goede plaats te leggen en de informatie te gebruiken die erop of bij geschreven waren. Na 15 minuten was er weer 5 minuten pauze. Eerst werd er papier voorgelegd met een lege matrix en mochten de kinderen de hokjes die gevuld waren aankruisen. Tot slot moesten de kinderen nog een nameting invullen. Ook voor en na de nameting werd er (met een ander patroon) de secundaire taak uitgevoerd. De gehele procedure werkten de leerlingen voor zichzelf. Na het meedoen aan het onderzoek, werd er met de leerkracht besproken dat de kinderen even naar buiten mochten of iets voor zichzelf mochten doen om te ontspannen.

5.
 - a. Which measurement instruments, stimuli and/or manipulations will be used?⁴.
Dependent variables: Cognitive Load, Learning Performance, learning efficiency.
Independent variables: Split-attention (Integrated/non-integrated)
 - b. What does the study's burden on the participants comprise in terms of time, frequency and strain/efforts?: The children shall spend plus minus 40 minutes to complete this study.
 - c. Will the participants be subjected to interventions or a certain manner of conduct that cannot be considered as part of a normal lifestyle?:
The study will take place at school during a regular school day.
 - d. Will unobtrusive methods be used (e.g. data collection of uninformed subjects by means of observations or video recordings)?:
Data collection is with questionnaires and task forms.
 - e. Will the study involve any deception? If so, will there be an adequate debriefing and will the deception hold any potential risks?: -

6. Will the participants be tested beforehand as to their health condition or according to certain disorders? Are there any inclusion and/or exclusion criteria or specific conditions to be met in order for a participant to take part in this study?:

Only to measure the prior knowledge.

7. Risks for the participants -

- a. Which risks does the study hold for its participants: -
- b. To what extent are the risks and objections limited? Are the risks run by the participants similar to those in daily life?: -

8. How does the burden on the participants compare to the study's potential scientific contribution (theory formation, practical usability)?:

If the hypothesis will be correct, it is very usefull in the class to make use of integrated physical material. For example by topographic.

9. Will a method be used that may, by coincidence, lead to a finding of which the participant should be informed?⁵ If so, what actions will be taken in the case of a coincidental finding?: -

Analysis/power

⁴ Examples: invasive questionnaires; interviews; physical/psychological examination, inducing stress, pressure to overstep important standards and values; inducing false memories; exposure to aversive materials like a unpleasant film, video clip, photos or electrical stimulus; long-term of very frequent questioning; ambulatory measurements, participation in an intervention, evoking unpleasant psychological or physical symptoms in an experiment, denial, diet, blood sampling, fMRI, TMS, ECG, administering stimuli, showing pictures, etc. In case of the use of a device (apparatus) or administration of a substance, please enclose the CE marking brochure for the relevant apparatus or substance, if possible.

⁵ For instance: dementia, dyslexia, giftedness, depression, extremely low heartbeat in an ECG, etc. If coincidental findings may be found, this should be included in the informed consent, including a description of the actions that will be taken in such an event.

10. How will the researchers analyse the data? Which statistical analyses will be used?:

De resultaten van de taken en tests werden met verschillende analyses onderzocht. De analyses werden uitgevoerd in SPSS. Door het 2x1 gemengd ontwerp werd er een onafhankelijke t-test uitgevoerd. De onafhankelijke t-test toetste in onafhankelijke steekproeven of twee groepen (geïntegreerd en niet-geïntegreerd) van elkaar verschillen op één afhankelijke variabele. Bij het uitvoeren van een onafhankelijke t-test werd er gekeken naar vier assumpties. Bijvoorbeeld de homogeniteit van varianties werd geïnterpreteerd door de Levene's test. Voor de afhankelijke variabele cognitieve belasting en efficiëntie werd een onafhankelijke t-test uitgevoerd. Voor de afhankelijke variabele leerprestaties wordt er een afhankelijke t-test uitgevoerd doordat de vragenlijst hetzelfde is bij de voor- en nameting. Ook bij deze test werd er voldaan aan de assumpties.

11. What is the number of participants? Provide a power analysis and/or motivation for the number of participants. The current convention is a power of 0.80. If the study deviates from this power, the FERB would like you to justify why this is necessary:

De grootte van de groep werd gemeten met een G-power analyse. De G-power analyseerde de grootte door een a-prior-test uit te voeren voor een t-test voor onafhankelijke gemiddelden, eenzijdig, ($\eta = 0,5$, $p = 0,8$, $\alpha = 0,017$).

C. PARTICIPANTS, RECRUITMENT AND INFORMED CONSENT PROCEDURE

1. The nature of the research population (please tick):

- 1. General population without complaints/symptoms**
2. General population with complaints/symptoms
3. Patients or population with a diagnosis (please state the diagnosis)

2. Age category of the participants (please tick):

- 18 years or older
- 16-17 years
- 13-15 years
- **12 years or younger**

3. Does the study require a specific target group? If so, justify why the study cannot be conducted without the participation of this group (e.g. minors): -

4. Recruitment of participants -

- a. How will the participants be recruited?:
Via schoolstichting SPO wil ik scholen benaderen om mee te doen aan mijn onderzoek.
- b. How much time will the prospective participants have to decide as to whether they will indeed participate in the study?
maximal one month.

5. Does the study involve informed consent or mutual consent? Clarify the design of the consent procedure (who gives permission, when and how). Does the study involve active consent or passive consent? If no informed consent will be sought, please clarify the reason:

To participate in my study, children and school have to clarify to something like an informed consent. It depends on the school if it is an active or passive description.

6. Are the participants fully free to participate and terminate their participation whenever they want and without stating their grounds for doing so?: yes

7. Will the participants be in a dependent relationship with the researcher?:

No, except maybe the children I have taught.

8. Compensation

- a. Will the participants be compensated for their efforts? If so, what is included in this recompense (financial reimbursement, travelling expenses, otherwise). What is the amount?
- (misschien in overleg met de school een kleinigheidje).
- b. Will this compensation depend on certain conditions, such as the completion of the study? -

D. PRIVACY AND INFORMATION

1.

- a. Will the study adhere to the requirements for anonymity and privacy, as referred to in the Faculty Protocol for Data Storage⁶?:
- anonymous processing and confidential storage of data (i.e. storage of raw data separate from identifiable data): **yes/no**
 - the participants' rights to inspect their own data: **yes/no**
 - access to the data for all the researchers involved in the project: **yes/no**

If not, please clarify.

- b. Has a Data Management Plan been designed? Ja

2.

- a. Will the participant be offered the opportunity to receive the results (whether or not at the group level)?:

Ik zal de leerkrachten vragen of ze interesse hebben in de resultaten van dit onderzoek. En anders misschien de stichting.

- b. Will the results of the study be fed back to persons other than the participants (e.g. teachers, parents)?:

Yes.

If so, will this feedback be provided at the group or at the individual level?

Individual level, maar is op aanvraag van de leerkrachten en de stichting.

3.

- a. Will the data be stored on the faculty's data server?: **yes/no**

- b. Will the data that can be traced back to the individual be stored separately on the other faculty server available for this specific purpose?

No

If not, please clarify where will the data be stored instead?:

The data will be stored in YODA and is only available for the researcher student and his/her mentor.

E. ADDITIONAL INFORMATION

Optional.

F. FORMS TO BE ENCLOSED (CHECKLIST)

- Text (advert) for the recruitment of participants
- Information letter for participant (Appendix D)
- Informed consent form for participants (Appendix D)
- (Descriptions of) questionnaires
- (Descriptions of) measurement instruments/stimuli/manipulations
- Literature/references

Signature(s):⁷

Date and place:

Name, position:

⁶ This can be found on the Intranet: <https://intranet.uu.nl/wetenschappelijke-integriteit-facultair-protocol-dataopslag>

⁷ The senior researcher (holding at least a doctoral degree) should sign here.

Bijlage F – Syntax

Voorkennis

T-TEST GROUPS=Splitattention(1 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=Totvoor

/CRITERIA=CI(.95).

EXAMINE VARIABLES=Totvoor BY Splitattention

/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT

/COMPARE GROUPS

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/CINTERVAL 95

/MISSING LISTWISE

/NOTOTAL.

Algemeen

FREQUENCIES VARIABLES=LeerresultaatC LeerresultaatB Leerresultaat Lettersleer
Lettersna E

/FORMAT=NOTABLE

/STATISTICS=STDDEV VARIANCE MINIMUM MAXIMUM MEAN

/HISTOGRAM

/ORDER=ANALYSIS.

COMPUTE Voortest=Bvoor + Cvoor.

EXECUTE.

COMPUTE Natest=Bna + Cna.

EXECUTE.

COMPUTE Leerresultaat=Totna - Totvoor.

EXECUTE.

RECODE Lettersleer (1=6) (2=5) (3=4) (4=3) (5=2) (6=1).

EXECUTE.

RECODE Lettersna (1=6) (2=5) (3=4) (4=3) (5=2) (6=1).

EXECUTE.

RM/Leeftijd_1=SMEAN(Leeftijd).

V

RMV /Geslacht_1=SMEAN(Geslacht).

COMPUTE LeerresultaatB=Bna - Bvoor.

EXECUTE.

COMPUTE LeerresultaatC=Cna - Cvoor.

EXECUTE.

RELIABILITY

/VARIABLES=Avoor Bvoor Cvoor Ana Bna Cna

/SCALE('ALL VARIABLES') ALL

/MODEL=ALPHA

/STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE CORR

/SUMMARY=TOTAL.

FREQUENCIES VARIABLES=E Lettersleer Lettersna Leerresultaat

/STATISTICS=STDDEV MINIMUM MAXIMUM MEAN

/ORDER=ANALYSIS.

Cognitieve belasting tijdens de leertaak

EXAMINE VARIABLES=Lettersleer BY Splitattention

/PLOT HISTOGRAM NPLOT

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/CINTERVAL 95

/MISSING LISTWISE

/NOTOTAL.

T-TEST GROUPS=Splitattention(1 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=Lettersleer

/CRITERIA=CI(.95).

NPART TESTS

/M-W= Lettersleer BY Splitattention(1 2)

/MISSING ANALYSIS.

Cognitieve belasting tijdens nameting

EXAMINE VARIABLES=Lettersna BY Splitattention

/PLOT HISTOGRAM NPLOT

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/CINTERVAL 95

/MISSING LISTWISE

/NOTOTAL.

T-TEST GROUPS=Splitattention(1 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=Lettersna

/CRITERIA=CI(.95).

NPAR TESTS

/M-W= Lettersna BY Splitattention(1 2)

/MISSING ANALYSIS

Leerresultaten

EXAMINE VARIABLES=Leerresultaat BY Splitattention

/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT

/COMPARE GROUPS

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/CINTERVAL 95

/MISSING LISTWISE

/NOTOTAL.

T-TEST GROUPS=Splitattention(1 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=Leerresultaat

/CRITERIA=CI(.95).

NPAR TESTS

/M-W= Leerresultaat BY Splitattention(1 2)

/MISSING ANALYSIS.

Efficiëntie

COMPUTE E=ABS(ZLeerresultaat - ZLettersna) / SQRT(2).

EXECUTE.

EXAMINE VARIABLES=E BY Splitattention

/PLOT BOXPLOT HISTOGRAM NPLOT

/COMPARE GROUPS

/STATISTICS DESCRIPTIVES EXTREME

/CINTERVAL 95

/MISSING LISTWISE

/NOTOTAL.

NPAR TESTS

/M-W= E BY Splitattention(1 2)

/MISSING ANALYSIS

Overig

T-TEST GROUPS=Geslacht(1 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=Lettersleer Lettersna Leerresultaat LeerresultaatB LeerresultaatC

/CRITERIA=CI(.95).

T-TEST GROUPS=Groep(5 6)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=Lettersleer Lettersna Leerresultaat LeerresultaatB LeerresultaatC

/CRITERIA=CI(.95).