

# Veel talen, één brein.

## Wat een studie van het meertalige kinderebrein ons leert over de effecten van verschillende vormen van tweedetaalverwerving

Eslie STRUYS

### Abstract

Multilingualism has become the norm rather than the exception in our global society. Previous research has shown that bilingual children have advantages in cognitive control. The reason for this is that during language control they recruit general executive brain regions that are not specified for language. However, the bilingual advantage has been contested by some studies.

This article reports the methodological setup of an ongoing research in Brussels that tries to map the neural correlates, the origin and development of the assumed bilingual advantage in cognitive control. This can be done by means of two conflict tasks that correspond to the processes involved in multilingual language processing. Besides, two different types of bilingualism are distinguished according to the sociolinguistic environment the second language was acquired. Finally, implications for education will be discussed.

### INLEIDING

In onze geglobaliseerde economie is meertaligheid eerder de norm dan de uitzondering (Vaid, 2002). Doordat ouders er zich goed bewust van zijn dat de kennis van meerdere talen zowel economische als sociale en culturele voordelen heeft, kiezen ze er vaak voor hun kinderen thuis en/of op school meertalig op te voeden. In Brussel, bijvoorbeeld, is het aandeel van Franstalige ouders die hun kinderen naar een Nederlandstalige school sturen de laatste dertig jaar verveertienvoudigd (Vlaamse Gemeenschapscommissie, 2009). Dit zorgt voor een toenemende vraag naar onderzoek over de cognitieve effecten van meertaligheid bij kinderen.

Wie er de wetenschappelijke literatuur over de wisselwerking tussen meertaligheid en onderwijsprestaties op naleest, merkt op dat er zich de laatste halve eeuw een opmerkelijke paradigmaverschuiving heeft voorgedaan. Terwijl men vroeger sterk de nadruk legde op de nadelen van een meertalige opvoeding (Darcy, 1963), gaat de aandacht de laatste tijd hoofdzakelijk uit naar de positieve gevolgen van talenkennis (Hakuta & Bialystok, 1994). Moderne technieken om het brein in beeld te brengen, zoals beeldvorming van kernspinresonantie (verder afgekort als MRI, van het Engels *magnetic reso-*

*nance imaging*) en elektro-encefalografie (afkorting EEG), stellen onderzoekers sinds kort in staat om objectieve data te verzamelen die het onderwijsdebat over meertaligheid kunnen ondersteunen (Abutalebi, Cappa, & Perani, 2001; Mondt, 2006).

In dit artikel wordt de rationale van een onderzoek naar de effecten van meertaligheid op het kindere brein in ontwikkeling voorgesteld. Deze studie maakt deel uit van een onderzoekslijn die tien jaar geleden aan het Centrum voor Linguïstiek van de Vrije Universiteit Brussel werd opgestart (Mondt, & Van de Craen, 2004). Eerdere studies hebben onder andere aangetoond dat meertaligen minder breinactiviteit vertonen tijdens de uitvoering van een cognitieve controletaak (Mondt, 2007) en dat de instructietaal een invloed heeft op de neurale verwerking van rekenvaardigheid (Mondt et al., 2011). Deze studie bouwt hierop verder door de effecten van meertaligheid op cognitieve processen (zoals conflictresolutie en cognitieve flexibiliteit) met een mogelijke impact op het schoolse functioneren van het kind. Omdat het onderzoek plaatsvindt in het meertalige Brussel, gaan we eerst kort even in op de hoofdstedelijke context.

## 1. DE BRUSSELSE CONTEXT

Brussel is de hoofdstad van het drietalige België en het bestuurlijk centrum van de Europese Unie met haar 23 officiële talen. Van een historisch Nederlandstalige stad met een Franstalige meerderheid is Brussel de laatste vijftig jaar uitgegroeid tot een meertalige metropool waar het Frans slechts voor iets meer dan de helft van de bevolking de thuistaal is (Janssens, 2007). Toch bestaat er binnen het Belgische onderwijslandschap geen afzonderlijk Brussels onderwijs dat aan deze meertalige uitdaging beantwoordt (Janssens, Carlier & Van de Craen, 2009). Het officiële onderwijs in Brussel wordt namelijk aangeboden door strikt eentalige structuren met de Franse of de Vlaamse Gemeenschap als bevoegde overheid. Samenwerking tussen deze twee entiteiten op het gebied van infrastructuur, personeel of curricula is zo goed als onbestaand.

Als gevolg van deze kloof tussen de taal- en onderwijsrealiteit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest stuurt een steeds toenemende groep anderstalige ouders hun kinderen naar een Nederlandstalige school. Hierdoor is de taalachtergrond van de leerlingen in het Brussels Nederlandstalig onderwijs grondig door elkaar geschud. In het schooljaar 1979-1980 kwam 86% van de leerlingen uit een homogeen Nederlandstalig gezin. Nu is dat percentage teruggevallen tot 12%. Daarentegen is het aandeel leerlingen uit een homogeen Franstalig gezin gestegen van amper 2% in 1980 tot bijna een derde in het schooljaar 2008-2009. Deze groep omvat de sequentieel tweetaligen, die Nederlands

leren nadat ze het Frans al verworven hebben. Ook het percentage leerlingen uit een taalgemengd Nederlands – anderstalig gezin is gestegen van 10 naar 25%. Hiertoe behoren de traditioneel tweetalige gezinnen (Nederlands/Frans), waar de kinderen simultaan tweetalig zijn. Dit wil zeggen dat beide talen vanaf de geboorte gelijktijdig verworven worden. Tot slot is ook de groep andersstalige ouders (in dit geval Nederlands noch Frans) spectaculair toegenomen: van nog geen 2% in 1980 tot meer dan 30% vorig jaar (Vlaamse Gemeenschapsc commissie, 2009).

Deze brede variatie aan taalachtergrond van de kinderen laat interessante vragen toe over de relatie tussen meertaligheid en het brein. Welke effecten heeft het constante gebruik van twee talen in een thuisomgeving op de ontwikkeling van het meertalige brein? En, zijn de effecten verschillend als een kind thuis één taal spreekt en op school een andere? Op welke manieren verschilt het meertalige brein van het eentalige? Om die vragen te beantwoorden moeten we eerst een kijkje nemen in de literatuur over de representatie van talen in het meertalige brein, waarna we nagaan welke breinregio's uitsluitend actief zijn bij sprekers van meerdere talen. De laatste vraag die we trachten te beantwoorden is hoe meertaligheid niet-talige cognitie (zoals conflictresolutie en cognitieve flexibiliteit) kan beïnvloeden. Voornamelijk deze laatste vraag is relevant voor het onderwijs.

## 2. EFFECTEN VAN MEERTALIGHEID OP HET BREIN

De studie van het meertalige brein kan samengevat worden aan de hand van de volgende drie onderzoeksvragen:

1. De lokalisatievraag: Wordt een tweede, derde of n-de taal in dezelfde of andere breinregio's verwerkt dan de moedertaal?
2. De contextvraag: Welk effect hebben de leeftijd van tweedetaalverwerving, de manier waarop dat gebeurt en de context waarin het geschiedt op taalverwerking in het brein?
3. De specificiteitsvraag: Gebruiken meertaligen specifieke breinregio's voor taalcontrole? Taalcontrole omvat een aantal cognitieve processen die belangrijk zijn bij typisch tweetalige activiteiten, zoals het switchen van de ene taal naar de andere en het onderdrukken van mogelijke interferentie van de niet-doeltaal. Omdat het gaat om algemene cognitieve processen die ook aangewend kunnen worden voor niet-talige activiteiten kunnen we verwachten dat ze niet opgeslagen zijn in de taalspecifieke breinregio's.

## 2.1 Lokalisatievraag

Pogingen om de lokalisatievraag te beantwoorden kwamen aanvankelijk uit de studie van afasie (Albert & Obler, 1978). Zo blijkt dat bij sommige mensen die lijden aan polyglotte afasie slechts één van de twee talen zich herstelt of dat de beide talen zich eerst parallel herstellen, maar dat er later een selectief herstel optreedt (Paradis, 2001). Aan de hand van verschillende herstelpatronen van tweetalige afasie kunnen zeven typen worden onderscheiden, waarvan alternerend herstel (de eerst herstelde taal verdwijnt weer na herstel van de tweede) en gemixt herstel (het pathologische mixen van beide talen) het opmerkelijkst zijn. Doordat een letsel de twee talen verschillend kan aantasten, werd in de studie van afasie vaak van een verschillende lokalisatie uit gegaan.

Een van de invloedrijke recente neuropsychologische modellen van breinrepresentatie van een tweede taal is het Declaratief / Procedureel Model van Ullman (2004). Declaratief of expliciet geheugen en procedureel of impliciet geheugen zijn de twee types van het menselijk langetermijngeheugen. Declaratief opgeslagen gegevens zoals feiten (ook semantisch geheugen genoemd, bijvoorbeeld Europese hoofdsteden) of gebeurtenissen (ook episodisch geheugen genoemd) kunnen bewust opgeroepen worden (Tulving, 1972). Het procedureel geheugen daarentegen staat in voor de opslag van vaardigheden die automatisch opgehaald worden zonder bewuste aandacht, zoals de bewegingen nodig om overeind te blijven tijdens het fietsen. Cruciaal bij het model van Ullman is de hypothese dat semantische informatie declaratief wordt opgeslagen en grammaticale informatie procedureel (Ullman, et al., 1997).

Wat zijn de implicaties van dit model voor tweedetaalverwerving? Ullman (2005) stelt dat grammaticale informatie in L2 anders is gerepresenteerd dan L1-grammatica. De onderliggende veronderstelling is dat L1-grammatica procedureel of automatisch wordt verworven, terwijl L2-grammatica declaratief of expliciet wordt aangeleerd. Ullman (2005) verbindt deze twee typen taalgeheugen met verschillende breinregio's. Het impliciete geheugen kan gelokaliseerd worden in de basale kernen (diep onder de grijze corticale massa) en de frontale cortex (vooraan in het brein), het declaratieve geheugen in de parietale en temporele zone (achteraan in het brein). Deze resultaten werden bekomen met behulp van neuro-imagingtechnieken met een goede spatiale resolutie (d.w.z. dat ze hersenactiviteit relatief nauwkeurig kunnen lokaliseren), zoals MRI.

MRI-onderzoek naar grammaticale verwerking van een tweede taal heeft het model van Ullman (2005) niet kunnen bevestigen (Abutalebi, 2008). In geen enkele van de MRI-studies naar grammaticale L2-verwerking kon activiteit in een declaratief systeem achteraan in het brein waargenomen worden. Dit gold zowel voor mensen die hun L2 goed beheersten als voor mensen met

een zwakke L2-vaardigheid. In vergelijking met de verwerking van L1 activeerde L2 extra regio's in de frontale regio (voorhoofdkwab) (Luke et al., 2002) of was de intensiteit van de actieve gebieden in deze regio groter bij L2-verwerking (Sakai et al., 2004; Tatsuno & Sakai, 2005; Hernandez, Hofmann, & Kotz, 2007). De frontale kwab is vaak betrokken bij activiteiten die controle vereisen. We mogen hieruit dus afleiden dat de extra activiteit van frontale gebieden erop wijst dat er bij L2-gebruik een sterke cognitieve controle plaatsvindt.

Een valabel alternatief voor Ullmans model is de Neurale Convergentietheorie (Green, 2003). Deze theorie stelt dat activiteit in additionele regio's bij de verwerking van L2 verdwijnt als de vaardigheid in deze taal toeneemt. Uiteindelijk bereiken gebalanceerde tweetaligen het punt dat beide talen in overlappende regio's worden verwerkt. Deze hypothese wordt bevestigd door MRI-onderzoek dat overlappende regio's aantoonde voor de verwerking van L1- en L2-syntax (Suh et al., 2007; voor een overzicht: zie Abutalebi, 2008). Binnen deze theorie kan de selectieve uitval van één taal bij bepaalde merkwaardige vormen van afasie bij meertaligen (zie hierboven) verklaard worden doordat één systeem pathologisch geïnhibeerd wordt of dat de inhibitie van één systeem niet meer functioneert (wat leidt tot pathologische taalmixing) (Mariën et al., 2005). In de volgende paragraaf ga ik dieper in op de variabelen die invloed hebben op de waargenomen verschillen in breinrepresentatie.

## 2.2 Contextvraag

In het onderzoek naar tweetaligheid onderscheidt men meestal drie variabelen die gedrag en breinrepresentatie kunnen beïnvloeden. Dit zijn de leeftijd en de manier van verwerving en de bereikte taalvaardigheid in elke taal. Leeftijd van verwerving is een eenvoudige kwantitatieve maat, die meestal uitgedrukt wordt in jaren en maanden. Als scheidingslijn tussen vroege en late leeders wordt vaak de puberteit gebruikt (Lenneberg, 1967).

Bij de variabele manier van tweedetaalverwerving wordt een verschil gemaakt tussen impliciete verwerving en expliciet leren van een tweede taal. Volgens Ullman (2005) leidt dit verschil tot een verschillende representatie van L1- en L2-materiaal, wat echter niet bevestigd kan worden door neuro-imagingstudies (Abutalebi, 2008). Een andere distinctie is die tussen simultane en sequentiële tweetaligheid. Simultane tweetaligen leren beide talen op hetzelfde moment, sequentiële tweetaligen leren hun tweede taal na verwerving van de eerste. Hoewel simultane tweetaligen in staat zijn een gelijkaardige representatie voor beide talen te bereiken, kan de ontwikkeling hiervan in beide talen verschillen van eentaligen (Sebastián-Gallés, Echeverría & Bosch, 2005). Zo is het mogelijk dat simultane tweetaligen beide talen aanvan-

kelijk mixt, maar later weer aansluit bij de ontwikkeling van hun eentalige leeftijdsgenoten.

Taalvaardigheid is een derde variabele die van belang is bij elk tweetaligheidsonderzoek. Afhankelijk van de leeftijd van de deelnemers aan de studie wordt gebruik gemaakt van zelfrapportering, kwantitatieve gegevens over percentages van blootstelling aan beide talen, en gestandaardiseerde taaltests. In een studie naar de betrouwbaarheid van de LEAP-Q, een veel gebruikte vragenlijst voor de inschatting van taalvaardigheid, werd vastgesteld dat zelfrapportering van leesvaardigheid een betrouwbare voorspeller is van globale L1-vaardigheid, terwijl zelfrapportering van spreekvaardigheid sterk correleert met globale L2-vaardigheid (Marian, Blumenfeld & Kaushanskaya, 2007). Door een combinatie van zelfrapportering van de vier taalvaardigheden en gestandaardiseerde taaltests die deze vaardigheden meten, kan men een objectief oordeel vellen over taalvaardigheid.

Welke rol spelen deze variabelen bij de breinrepresentatie van taalmateriaal? Onderzoek heeft aangetoond dat er een verschil gemaakt moet worden tussen de verwerking van lexicale (of semantische) en syntactische (of grammaticale) taal informatie (Abutalebi, 2008). Terwijl verschillen in taalvaardigheidsscores een grote invloed hebben op de locatie van de representatie van semantische informatie (Perani & Abutalebi, 2005), is de leeftijd van verwerving een voorspeller van de locatie van grammaticale verwerking. Wartenburger et al. (2003) toonden aan dat late tweetaligen meer prefrontale activiteit vertonen in de linkerhemisfeer wanneer ze de grammaticaliteit van L2-zinnen moeten beoordelen. De lexico-semantische verwerking van L2 vindt echter plaats in dezelfde breinregio's als L1, onafhankelijk van de leeftijd van tweedetaalverwerving. Over de wisselwerking tussen de manier van tweedetaalverwerving en de lokalisatie van taalprocessen is echter weinig bekend.

### *2.3 Specificiteitsvraag*

Afhankelijk van de leeftijd van verwerving en de taalvaardigheid wordt taal informatie in grotendeels gelijkaardige of aanverwante breinregio's verwerkt. Meertaligen moeten dus controlemechanismen aanwenden om interferentie tussen beide talen te vermijden. In de volgende paragrafen bekijken we welke breinregio's hiervoor worden gerekruteerd.

Om te onderzoeken welke breinregio's meertaligen activeren bij het switchen tussen hun talen lieten Hernandez, Martinez & Kohnert (2000) een aantal tweetaligen Spaans/Engels afbeeldingen afwisselend in hun L1 en hun L2 benoemen. De hersenactiviteit tijdens deze conditie werd vervolgens vergeleken met de activiteit tijdens een gelijkaardige benoemingstaak waarbij er niet geswitcht moest worden tussen beide talen. Tijdens de switchconditie vonden

de onderzoekers activiteit in de prefrontale cortex, een regio helemaal vooraan in de voorhoofdskwab die instaat voor de controle over cognitieve activiteiten. Hernandez, Martinez & Kohnert (2000) concludeerden daarom dat taalcontrole in het brein deel uitmaakt van een algemeen netwerk van cognitieve controle. Deze bevinding werd zo vaak gerepliceerd dat Kovelman, Baker & Petitto (2008) activiteit in deze regio tijdens taalverwerking een “neurale signatuur” van tweetaligheid noemen.

Toch is deze regio slechts één deeltje van een uitgebreid taalcontrolenenetwerk in het brein. Naast de frontale cortex is ook de cingulaire cortex actief bij taalcontrole. Deze structuur is gelegen in het mediale (dus niet laterale) gedeelte van het brein, onder de frontale cortex. Waarschijnlijk detecteert het voorste gedeelte van de cingulaire cortex een conflict en stuurt het vervolgens een signaal naar de prefrontale cortex, waar de feitelijke conflictresolutie plaatsvindt (Botvinick et al., 2001). Deze conflictresolutie is noodzakelijk omdat een tweetalige simultaan woorden uit twee talen activeert en die van één taal moet onderdrukken.

Een derde regio die deel uitmaakt van het taalcontrolenenetwerk is te vinden in de basale gangliën of kernen. Dit is een groep hersenstructuren die gelegen is diep onder de grijze massa van de cortex. Hun voornaamste functie is het sturen van bewegingen. Toch spelen de basale gangliën ook een rol bij de coördinatie van cognitie. Zo hebben neurodegeneratieve aandoeningen aan deze structuren zoals de ziekten van Parkinson en Huntington een effect op de regulatie van het taalgebruik (Ullman, 2001).

Ook op het gebied van taalcontrole wordt bepaalde structuren in de basale gangliën een bijzondere rol toebedeeld. Crinion et al. (2006) stellen dat activiteit in de linker caudate kern, één van de basale kernen, verbonden is met taalcontrole. Omdat deze structuur actief was bij groepen van tweetaligen Duits-Engels en Japans-Engels gingen de onderzoekers ervan uit dat het een universeel mechanisme betreft dat taalgebruik bij meertaligen reguleert. Een aandoening hieraan leidt tot onwillekeurig switchen tussen talen (Mariën et al., 2005).

### 3. TAALCONTROLE EN COGNITIEVE CONTROLE

Het netwerk dat meertaligen toelaat om zonder moeite tussen verschillende talen te switchen komt grotendeels overeen met regio's die ook verantwoordelijk zijn voor motorische of algemeen cognitieve coördinatie. Activiteit in dit netwerk reflecteert meer basale sturingsprocessen, die ook van belang zijn bij andere cognitieve activiteiten. Taalcontrole kan dus gedefinieerd worden als een onderdeel van cognitieve controle, waarmee het bepaalde elementen deelt, zoals inhibitie (of onderdrukking), switchen en updaten. Door te kijken naar de effecten van taalcontrole op andere onderdelen van cognitieve controle,

kunnen we ontdekken welke impact meertaligheid heeft op het schoolse functioneren van het kind.

Een recente meta-analyse van studies naar de impact van meertaligheid op cognitie somt voordelen van meertaligheid in de volgende gebieden op: cognitieve controle, werkgeheugen, metalinguïstisch bewustzijn en vaardigheden op het gebied van abstracte en symbolische representatie (Adesope, et al., 2010). De reden voor deze metacognitieve voordelen ligt waarschijnlijk in het feit dat tweetaligen voor eenzelfde referent meerdere woorden gebruiken en zo al snel leren dat er geen één-op-één-correspondentie bestaat tussen een in de werkelijkheid voorkomende entiteit en een taalkundig element. In de hierop volgende bespreking wil ik me vooral richten op meertalige voordelen op het gebied van cognitieve flexibiliteit en conflictresolutie.

### *3.1 Cognitieve flexibiliteit*

Cognitieve flexibiliteit verwijst naar het vermogen om gemakkelijk van de ene naar de andere taak te kunnen overgaan. Het verband met taalcontrole ligt in het feit dat een meertalige spreker in staat is om zonder veel moeite te wisselen van taal afhankelijk van de omgeving waarin hij zich bevindt. Bialystok & Martin (2004) lieten één- en meertalige kinderen een cognitieve flexibiliteits-taak afleggen waarbij kaarten eerst volgens een bepaalde regel gesorteerd moesten worden (bijvoorbeeld kleur) en daarna volgens een andere regel (bijvoorbeeld vorm). Kinderen die nog niet naar school gaan maken veel fouten omdat ze na de taakswitch de kaarten blijven sorteren volgens de niet langer geldende regel. Meertalige kinderen tussen 4 en 5 jaar oud blijken echter veel beter te scoren dan hun leeftijdsgenootjes: ze lopen zelfs één jaar voor in vergelijking met eentalige kinderen. Dit voordeel is zelfs al aanwezig voordat kinderen kunnen spreken (Kovacs & Mehler, 2009). Dit is niet verwonderlijk omdat zowel bij taal- als cognitieve controle dezelfde processen betrokken zijn: een dominante, automatische respons (aandacht besteden aan dimensie a, bv. vorm) moet onderdrukt worden en een nieuwe respons moet geactiveerd worden (dimensie b, bv. kleur).

In een recente studie werd ook een neurale verklaring gegeven voor deze verbeterde cognitieve flexibiliteit bij meertaligen (Garbin et al., 2010). Hiervoor werd gebruik gemaakt van een aan de MRI-scanner aangepaste taak waarbij de deelnemers gevraagd werd met een druk op de knop de kleur of de vorm van een gepresenteerde stimulus aan te geven. Boven de stimulus staat aangegeven waarop gelet moet worden (kleur of vorm). In de analyse van de breinactiviteit wordt een verschil gemaakt tussen trials waarbij er een switch plaatsvond (van vorm naar kleur of omgekeerd) en trials waarbij dat niet het



geval was. Op die manier kan de lokalisatie van relevante cognitieve processen verbonden met taakwisseling geïsoleerd worden.

De tweetalige deelnemers aan deze studies bleken niet alleen minder last te hebben van het afwisselen van de opdracht, maar in tegenstelling tot de eentalige deelnemers rekruteerden ze voornamelijk breinregio's in de linker hemisfeer die instaan voor taalcontrole. In de vorige paragraaf hebben we al gezien dat het hier gaat om een netwerk van de frontale en cingulaire cortex en de basale kernen. De groep eentaligen vertoonde activiteit in dezelfde regio's, maar dan in de rechterhemisfeer. De conclusie luidt dat tweetaligen efficiënter zijn in het switchen tussen niet-talige cognitieve taken doordat ze links hemisferische regio's gebruiken die zich al gespecialiseerd hebben in taalcontrole. Er vindt dus een transfer plaats van taal- naar cognitieve flexibiliteit.

### 3.2 *Conflictresolutie*

Het tweede cognitieve voordeel van meertaligen betreft het omgaan met conflictsituaties. Costa, Hernandez & Sebastian-Galles (2008) onderzochten het effect van meertaligheid op verschillende onderdelen van cognitieve controle, waaronder conflictresolutie. De achterliggende assumptie was dat meertaligen beter zouden scoren op deze taken omdat ze tijdens taalproductie constant hun talen moeten monitoren. Deze hypothese werd bevestigd doordat tweetaligen de niet-talige conflictaak efficiënter volbrachten. Het ging hier om een Flanker-taak, waarbij de participant de richting moet aangeven van een pijltje dat geflankeerd wordt door andere pijltjes. Als de andere pijltjes in de andere richting wijzen dan het middelste pijltje, gaat het om een incongruente trial en ontstaat er een conflictsituatie.

Ook bij conflictresolutie vindt het tweetalige voordeel zijn weerspiegeling in de rekrutering van verschillende breinregio's. Aan de hand van magnetoencefalografie vergeleken Bialystok et al. (2005) de rekrutering van breinregio's tijdens conflictresolutie bij meertaligen met een eentalige controlegroep. De meertaligen vertoonden voornamelijk activiteit in de inferieur frontale kwab of de regio van Broca, die ook instaat voor taalproductie. De eentaligen rekruteerden enkel regio's in het middelste gedeelte van de frontale kwab. Ook hier weer blijken meertaligen een onderdeel van een taalnetwerk te rekruteren om niet-talige cognitieve controletaken uit te voeren.

Desondanks wordt het tweetalige voordeel op het gebied van conflictresolutie gecontesteerd. In een overzichtsartikel stellen Morton & Harper (2007) dat de deelnemers aan sommige van deze studies niet werden gecontroleerd op etniciteit en socio-economische status en dat deze twee variabelen mogelijk interfereren met het vastgestelde effect van meertaligheid. Costa et al. (2009) toonden echter aan dat het meertalige effect behouden blijft voor uitdagende

conflicttaken (bijvoorbeeld wanneer de participanten weinig responstijd krijgen of wanneer er meer incongruente dan congruente trials zijn) als er met deze tussenkomende variabelen rekening wordt gehouden. Ze stellen ook dat er mogelijk een verband bestaat tussen de sociolinguïstische omgeving waarin iemand tweetalig wordt en zijn metacognitieve vaardigheden. Personen die verschillende talen spreken in verschillende omgevingen (bv. Frans thuis en Nederlands op school) zullen minder een beroep moeten doen op bepaalde cognitieve processen dan personen die in dezelfde omgeving (bv. thuis) beide talen gebruiken. Het is dus mogelijk dat een tweetalig effect hierdoor bij de eerste groep afwezig is.

Naast een betere controle op de sociolinguïstische omgeving van de deelnemers aan een studie is het ook belangrijk dat er bij de selectie van de taken rekening wordt gehouden met de specificiteit van taalverwerking bij meertaligen. Hiervoor kan een beroep gedaan worden op beschikbare psycholinguïstische modellen die overeenkomen met gegevens uit neuro-imagingstudies (van Heuven & Dijkstra, 2010). In het volgende onderdeel gaan we dieper in op de operationalisering van een onderzoek naar de effecten van meertaligheid op het schoolse functioneren.

#### 4. OPERATIONALISERING

Hieronder wordt het opzet geschetst van een experiment in uitvoering. Op basis van de inzichten die in deel 1 tot 3 uit de doeken worden gedaan, volgt hieronder de rationale achter een onderzoek dat het mogelijk maakt om het effect van tweetaligheid te meten op algemene cognitieve taken (in concreto Stroop en Simon).

##### *4.1 Afhankelijke variabelen*

#### **Psycholinguïstische inzichten**

Wat is de psycholinguïstische basis van de betere scores van meertaligen op niet-talige conflicttaken? Zowel psycholinguïstische modellen, zoals het Tweetalig Interactief Activatiemodel Plus (Dijkstra & van Heuven, 1998; afkorting BIA+), als neuro-imagingstudies bij tweetaligen stellen dat lexicale representaties van verschillende talen geïntegreerd zijn in één lexicon (Abutalebi, 2008). Een logisch gevolg hiervan is dat lexicale representaties van verschillende talen elkaar even sterk kunnen beïnvloeden als lexicale representaties binnen één taal. Bij het ophalen van woorden uit het lexicon activeren tweetaligen dus orthografisch, fonologisch en semantisch gerelateerde woor-

den uit alle beschikbare talen. Het gaat hier dus voornamelijk om uitkomsten uit woordherkenningsonderzoek.

Het feit dat woordherkenning bij meertaligen niet taalselectief is en dat meertaligen beschikken over een geïntegreerd lexicon leidt dan ook tot een mogelijk conflict tussen de lexicale items van de verschillende talen. Dit is zeker het geval bij interlinguale homografen en homofonen (van Heuven & Dijkstra, 2010). Dit zijn woorden die ofwel qua spelling of qua uitspraak op elkaar lijken maar een andere betekenis hebben in de desbetreffende talen. Een voorbeeld van zulke interlinguale homografen zijn woorden als *mug*, *mop* en *talk*, die in het Nederlands en het Engels een verschillende betekenis hebben.

Bij de verwerking van zulke woorden vindt er op twee verschillende niveaus een conflict plaats. Het eerste ontstaat op het gebied van de woordidentificatie, het eerste subsysteem van lexicale verwerking: worden de L1- en L2-representaties *mug* gekoppeld aan de betekenis van een beker of aan dat van een vervelend insect dat mensen uit hun slaap houdt? Als de verwerking van een woord gekoppeld wordt aan een respons, ontstaat er een bijkomend conflict in het stadium van de taakplanning. Deze respons kan zowel taalproductie zijn als een motorische respons (zoals bv. in een laboratoriumsetting). Aangezien er twee mogelijke responsen zijn (L1 of L2, ja of neen), moet er een conflict op het niveau van de responsselectie worden opgelost.

Hoe reageert het brein op deze linguïstische conflictsituaties? In een studie van Van Heuven et al. (2008) naar de neurale correlaten van deze twee conflicten kregen tweetaligen Engels/Nederlands interlinguale homografen te zien in de MRI-scanner. Bij de verwerking van de stimulus deed er zich dus een eerste conflict voor op het niveau van de herkenning: homografen hebben een verschillende uitspraak en betekenis in beide talen en activeren twee taalsystemen. Aan de verwerking van de stimuli werden twee verschillende opdrachten gekoppeld. In de eerste conditie werd gevraagd met een druk op de knop aan te geven of het om een correct Engels woord ging of niet. Hierbij werd er dus een extra conflict gegenereerd op het niveau van de responsselectie, omdat de respons verschillend was voor beide talen (ja-respons voor de Engelse representatie, neen-respons voor de Nederlandse representatie). In een algemene lexicale beslissingstaak moest aangegeven worden of de gegeven stimulus een correct woord was, ongeacht de taal. Bij deze taak vond er dus geen bijkomend conflict plaats (ja-respons in beide talen). De breinactiviteit liet zien dat er in de beide condities een gelijkaardig patroon van activiteit merkbaar was in de prefrontale cortex. Enkel bij de responsselectie werd ook nog de anterior cingulaire cortex actief. Conflicten op verschillende niveaus van taalverwerking rekruteren dus verschillende aspecten van het taalcontrole-netwerk.

Deze effecten zijn niet beperkt tot talen uit dezelfde taalfamilie, waarvan de lexicons vele etymologisch verwante woorden bevatten. Thierry & Wu (2007) onderzochten tweetaligen Chinees/Engels aan de hand van een semantische verwantschapstest met Engelse woordparen. De proefpersonen moesten beslissen of de Engelse woorden die ze te zien kregen een gelijkaardige betekenis hadden. De onderzoekers hadden hun lexicale stimuli zodanig gekozen dat de helft van de Engelse woordparen als ze naar het Chinees werden vertaald met eenzelfde foneem begon. De onderzoekers stelden een verschillende breinrespons vast voor de Engelse woordenparen met een identieke beginklank in het Chinees, wat erop wijst dat zelfs bij ver uit elkaar liggende talen potentieel conflict kan ontstaan bij de verwerking van taalmateriaal. Deze studie maakt duidelijk dat conflictresolutie een noodzakelijke voorwaarde is voor succesvolle taalverwerking bij meertaligen, ongeacht de leeftijd van tweedetaalverwerving of de linguïstische afstand tussen de betrokken talen.

### **Conflicttaken**

Het effect van meertaligheid op niet-talige cognitieve controle kan getest worden aan de hand van verschillende conflicttaken zoals de Stroop- en de Simontaak.

Het traditionele Stroop-effect houdt in dat het benoemen van de kleur van kleurwoorden (groen, rood, zwart, enz.) sneller is als de kleur en betekenis van het kleurwoord overeenstemmen, zelfs als proefpersonen uitdrukkelijk wordt gevraagd om geen aandacht te schenken aan de betekenis van het woord. Door reactietijden bij congruente trials (kleur van het kleurwoord is gelijk aan betekenis kleurwoord) af te trekken van de reactietijden bij de incongruente trials (kleur van het kleurwoord is niet gelijk aan betekenis kleurwoord) krijgt men als resultaat de grootte van het Stroop-effect in milliseconden.

Het onderliggende mechanisme dat verantwoordelijk is voor het Stroop-effect wordt aangeduid als een stimulus/stimulus-conflict. Er ontstaat dus een conflict op het moment van de identificatie van de stimulus omdat twee dimensies van het gepresenteerde woord niet overeenkomen: er is een conflict tussen de naam van de kleur en de naam van de stimulus. Deze interferentie vertraagt de respons.

Het Stroop-effect is bijgevolg niet beperkt tot het verwerken van lexicale informatie, maar kan eveneens vastgesteld worden bij de verwerking van numerieke gegevens. Bij de numerieke Stroop-taak krijgen de proefpersonen twee getallen te zien. Met een druk op de knop moeten ze aangeven welk getal het grootst is. Tijdens de congruente trials wordt het numeriek grootste getal eveneens groter afgedrukt. Bij incongruente trials ontstaat er interferentie omdat het grootste getal er in een kleiner lettertype geprojecteerd wordt en het

kleinste getal in een groter lettertype. Afhankelijk van de numerieke afstand tussen de twee stimuli, neemt de verwerking van de incongruente trial aanzienlijk meer tijd in beslag dan de congruente. Ook hier gaat het bij de incongruente trials om een stimulus/stimulus-conflict: de fysieke en semantische dimensies van de stimulus komen niet overeen.

Een tweede taak is de Simon-taak. Het Simon-effect stelt dat reactietijden sneller zijn als de locatie van de respons dezelfde is als die van de stimulus. De deelnemers aan dit experiment krijgen groene en rode vierkantjes te zien en moeten op de rechtse knop drukken als ze een rode stimulus zien en op de linkse knop als ze een groene stimulus zien. De proefpersonen reageren sneller als rode stimuli rechts verschijnen en groene stimuli links (congruente trials) dan vice versa (incongruente trials). Een Simon-taak bestaat dus eveneens uit een afwisseling van congruente en incongruente trials. Indien de locatie van de respons verschillend is van die van de stimulus spreekt men van een stimulus/respons-conflict. Er vindt dus geen conflict plaats op het niveau van de identificatie van de stimulus zoals bij de Stroop-taak, maar enkel bij de selectie van de respons.

Beide taken activeren verschillende breinregio's omdat er op verschillende niveaus een conflict optreedt (Frühholz et al., aanvaard). Deze breinregio's maken ook deel uit van een netwerk dat onder andere instaat voor taalcontrole bij meertaligen (Carter & van Veen, 2007). De twee conflictniveaus lijken daarnaast ook overeen te komen met een potentieel conflict dat bij meertaligen optreedt tijdens de verwerking van taal (zie hierboven; van Heuven et al., 2008). Grosso modo kunnen we als hypothese aannemen dat de verschillende stadia van het taalconflict in het tweetalige brein overeenkomen met het contrast tussen een niet-talig stimulus/stimulus- en een stimulus/respons-conflict: (i) stimulus-stimulus-conflict correspondeert met activatie van 2 representaties in een geïntegreerd lexicon; (ii) stimulus-respons-conflict correspondeert met twee divergerende responsen – één voor elke taal – op één stimulus (bv. homograaf).

## *4.2 Onafhankelijke variabelen*

Bij de samenstelling van een representatieve populatie is het belangrijk rekening te houden met de sociolinguïstische achtergrond van de deelnemers (Costa et al., 2009). Daarom werd de populatie tweetaligen opgedeeld in twee groepen: simultane en sequentiële tweetaligen. Bij de tweede groep is er een duidelijke functioneel onderscheid tussen de beide talen: L1 (Frans) wordt enkel thuis gesproken en L2 (Nederlands) enkel op school. De simultane tweetaligen switchen thuis wel tussen L1 en L2. De hypothese is dan ook dat een

potentieel meertalig effect op cognitieve controle voornamelijk merkbaar is bij de groep simultane tweetaligen.

Doordat de onderzochte populatie uit kinderen bestaat en we hen gedurende een periode van twee jaar opvolgen, kunnen we peilen naar het ontstaan van de effecten van meertaligheid tijdens een uitermate belangrijke periode in de maturatie van de prefrontale cortex, de breinregio die instaat voor cognitieve en taalcontrole (Fuster, 2001). Onze populatie kinderen is 8 à 9 jaar bij aanvang van het onderzoek. De prefrontale cortex is de breinregio die nog het meeste structurele en functionele veranderingen ondergaat op deze leeftijd.

## 5. IMPLICATIES VOOR HET ONDERWIJS EN CONCLUSIE

Een beter begrip van de effecten van meertaligheid op algemeen cognitieve vaardigheden is essentieel voor het onderwijs. Onderzoek heeft namelijk een correlatie aangetoond tussen cognitieve controle en schoolsucces (Blair, 2003). De kinderen voerden twee taken uit waarbij een dominante respons onderdrukt moest worden terwijl ze de correcte regel moesten toepassen. Het is ook bekend dat deze vaardigheden verbeterd kunnen worden door gebruik van specifieke leerpakketten of -activiteiten (Diamond et al., 2007). De essentiële vraag is dan ook welke rol meertaligheid speelt in dit verhaal.

Om dit te onderzoeken is het noodzakelijk de onafhankelijke en afhankelijke variabelen van het onderzoek zo accuraat mogelijk te definiëren. In deze onderzoeksopzet trachten we dit te bereiken door verschillende vormen van tweetaligheid (simultaan en sequentieel) die relevant zijn voor de Brusselse context als onafhankelijke variabelen te gebruiken. Door de aangeboden conflicttaken af te stemmen op psycholinguïstische informatie over taalverwerking bij meertaligen krijgen we een beter inzicht in de wisselwerking tussen meertaligheid en cognitieve vaardigheden. Doordat het hier om een longitudinaal onderzoek gaat, kunnen we nagaan hoe de ontwikkeling van het brein bij één- en meertalige kinderen van elkaar verschilt.

## BIBLIOGRAFIE

- Abutalebi, J. (2008). Neural aspects of second language acquisition and language control. *Acta psychologica*, 466-478.
- Abutalebi, J., Cappa, S., & Perani, D. (2001). The Bilingual Brain as Revealed by Functional Neuroimaging. *The entity from which ERIC acquires the content, including journal, organization, Bilingualism: Language and Cognition*, 179-190.
- Adesope, O., Lavin, T., Thompson, T., & Ungerleider, C. (2010). A Systematic Review and Meta-Analysis of the Cognitive Correlates of Bilingualism. *Review of educational research*, 207-245.

- Albert, M., & Obler, L. (1978). *The bilingual brain: Neuropsychological and neuro-linguistic aspects of bilingualism*. New York: Academic Press.
- Bialystok, E., & Martin, M. (2004). Attention and inhibition in bilingual children: evidence from the dimensional change card sort task. *Developmental Science*, 325–339.
- Bialystok, E., Craik, F., Grady, C., Chau, W., Ishii, R., Gunji, A., et al. (2005). Effect of bilingualism on cognitive control in the Simon task: evidence from MEG. *NeuroImage*, 40–49.
- Blair, C. (2003). Behavioral inhibition and behavioral activation in young children: relations with self-regulation and adaptation to preschool in children attending Head Start. *Developmental Psychobiology*, 301–311.
- Botvinick, M., Carter, C., Braver, T., Barch, D., & Cohen, J. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological review*, 624–652.
- Carter, C., & van Veen, V. (2007). Anterior cingulate cortex and conflict detection: An update of theory and data. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 367–379.
- Costa, A., Hernandez, M., & Sebastian-Galles, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task. *Cognition*, 58–96.
- Costa, A., Hernández, M., Costa-Faidella, J., & Sebastián-Gallés, N. (2009). On the bilingual advantage in conflict processing: Now you see it, now you don't. *Cognition*, 135–149.
- Crinion, J., Turner, R., Grogan, A., Hanakawa, T., Noppeney, U., & Devlin, J. (2006). Language control in the bilingual brain. *Science*, 1537–1540.
- Darcy, N. (1963). Bilingualism and the measure of intelligence: Review of a decade of research. *Journal of Genetic Psychology*, 259–282.
- Diamond, A., Barnett, S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science*, 1387–1388.
- Dijkstra, A., & Van Heuven, W. (1998). The BIA model and bilingual word recognition. In J. Grainger, & A. Jacobs, *Localist connectionist approaches to human cognition* (pp. 189–225). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Frühholz, S., Godde, B., Finke, M., & Herrmann, M. (aanvaard). Spatio-temporal brain dynamics in a combined stimulus-stimulus and stimulus-response conflict task. *NeuroImage*.
- Fuster, J. (2001). The Prefrontal Cortex—An Update: Time Is of the Essence. *Neuron*, 319–333.
- Garbin, G. S., Rodriguez-Pujade, A., Belloch, V., Hernandez, M., Costa, A., & Avila, C. (2010). Bridging language and attention: Brain basis of the impact of bilingualism on cognitive control. *NeuroImage*, 1272–1278.
- Green, D. (2003). Neural basis of lexicon and grammar in L2 acquisition: The convergence hypothesis. In R. van Hout, A. Hulk, F. Kuiken, & R. Towell, *The Lexicon-Syntax Interface in Second Language Acquisition* (pp. 197–217). Amsterdam: John Benjamins.
- Hakuta, K., & Bialystok, E. (1994). *In other words: the science and psychology of second-language acquisition*. New York: BasicBooks.

- Hernandez, A., Hofmann, J., & Kotz, S. (2007). Age of acquisition modulates neural activity for both regular and irregular syntactic functions. *NeuroImage*, 912-923.
- Hernandez, A., Martinez, A., & Kohnert, K. (2000). In Search of the Language Switch: An fMRI Study of Picture Naming in Spanish-English Bilinguals. *Brain and language*, 421-431.
- Janssens, R. (2007). *Van Brussel gesproken. Taalgebruik, taalverschuivingen en taalidentiteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Taalbarometer II)* (Vol. Brusselse thema's 15). Brussel: VUB Press.
- Janssens, R., Carlier, D., & Van de Craen, P. (2009). Het onderwijs in Brussel. *Brussels studies*, 1-18.
- Kovács, Á., & Mehler, J. (2009). Flexible learning of multiple speech structures in bilingual infants. *Science*, 611-612.
- Kovelman, I., Baker, S., & Petitto, L.-A. (2008). Bilingual and Monolingual Brains Compared: A Functional Magnetic Resonance Imaging Investigation of Syntactic Processing and a Possible "Neural Signature" of Bilingualism. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 153-169.
- Lenneberg, E. (1967). *Biological foundations of language*. New York: Wiley.
- Luke, K., Liu, H., Wai, Y., Wan, Y., & Tan, L. (2003). Functional anatomy of syntactic and semantic processing in language comprehension. *Human Brain Mapping*, 133-145.
- Marian, V., Blumenfeld, H., & Kaushanskaya, M. (2007). The Language Experience and Proficiency Questionnaire (LEAP-Q): Assessing Language Profiles in Bilinguals and Multilinguals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 940-967.
- Mariën, P., Abutalebi, J., Engelborghs, S., & De Deyn, P. (2005). Acquired subcortical bilingual aphasia in an early bilingual child: Pathophysiology of pathological language switching and language mixing. *Neurocase*, 385-398.
- Mondt, K. (2007). *A neuroscientific developmental investigation of bilingualism*. Sevilla: MuRe Publishing.
- Morton, J., & Harper, S. (2007). What did Simon say? Revisiting the bilingual advantage. *Developmental Science*, 719-726.
- Paradis, M. (2001). Bilingual and polyglot aphasia. In R. Berndt, *Handbook of neuropsychology, Volume 3: Language and Aphasia* (pp. 69-94). Amsterdam: Elsevier.
- Perani, D., & Abutalebi, J. (2005). Neural basis of first and second language processing. *Current Opinion of Neurobiology*, 202-206.
- Sakai, K., Miura, K., Narafu, N., & Muraishi, Y. (2004). Correlated functional changes of the prefrontal cortex induced by classroom education of second languages. *Cerebral Cortex*, 1233-1239.
- Sebastián-Gallés, N., Echeverría, S., & Bosch, L. (2005). The influence of initial exposure on lexical representation: Comparing early and simultaneous bilinguals. *Journal of Memory and Language*, 240-255.



- Tatsuno, Y., & Sakai, K. (2005). Language related activations in the left prefrontal regions are differentially modulated by age, proficiency and task demands. *Journal of Neuroscience*, 1637-1644.
- Thierry, G., & Wu, Y. (2007). Brain potentials reveal unconscious translation during foreign-language comprehension. *Proceedures of the National Academy of Sciences USA*, 12530-12535.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving, & W. Donaldson, *Organization of memory* (pp. 381-403). New York: Academic Press.
- Ullman, M. (2001). A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience*, 717-726.
- Ullman, M. (2004). Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*, 231-270.
- Ullman, M. (2005). A Cognitive Neuroscience Perspective on Second Language Acquisition: The Declarative/Procedural Model. In C. Sanz, *Mind and Context in Adult Second Language Acquisition: Methods, Theory, and Practice* (pp. 141-178). Washington, D.C.: Georgetown University Press.
- Ullman, M., Corkin, S., Coppola, M., Hickok, G., Growdon, J., Koroshetz, W., et al. (1997). A Neural Dissociation within Language: Evidence that the Mental Dictionary Is Part of Declarative Memory, and that Grammatical Rules Are Processed by the Procedural System. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 266-276.
- Vaid, J. (2002). Bilingualism. In V. Ramachandran, *Encyclopedia of the Human Brain* (pp. 417-434). San Diego: Elsevier.
- van Heuven, W., & Dijkstra, T. (2010). Language comprehension in the bilingual brain: fMRI and ERP support for psycholinguistic models. *Brain Research Reviews*, 104-122.
- van Heuven, W., Schriefers, H., T., D., & Hagoort, P. (2008). Language conflict in the bilingual brain. *Cerebral cortex*, 2706-2716.
- Vlaamse Gemeenschapscommissie. (2009, September 1). *Over het Brussels Nederlandstalig Onderwijs*. Opgeroepen op December 20, 2010, van Website van Vlaamse Gemeenschapscommissie: <http://www.vgc.be/Onderwijs/Onderwijsbeleid+van+de+VGC/Over+het+Brussels+Nederlandstalig+onderwijs/overzichtlager.htm>
- Wartenburger, I., Heekeren, H., Abutalebi, J., Cappa, S., Villringer, A., & Perani, D. (2003). Early Setting of Grammatical Processing in the Bilingual Brain. *Neuron*, 159-170.