

Een kijkje in het 'taalbrein' van kleuters met TOS: de verwerking van betekenis in een zin

JUDITH PIJNACKER, NINA DAVIDS, MARJOLIJN VAN WEERDENBURG & PETRA VAN ALPHEN

Wat kan hersenonderzoek ons leren over de taalverwerking bij kinderen met TOS? Zou het in de toekomst zelfs mogelijk zijn dat we naast de reguliere logopedische onderzoeksmiddelen ook gebruik kunnen gaan maken van hersenonderzoek om de problemen in de taalverwerking aan te kunnen tonen? De onderzoekers van het project 'Taal in het Kleuterbrein' bij Kentalis geven in dit artikel inzicht in de eerste resultaten van een unieke Nederlandse studie op dit gebied.

Inleiding

Hoe graag zouden we niet een kijkje willen nemen in het 'taalbrein' van een jong kind met een taalontwikkelingsstoornis (TOS). Hoe komt taal bij deze kinderen nu precies binnen in het brein? Gelukkig zijn er onderzoeksmethoden die daar meer inzicht in kunnen geven. Eén van die methoden is EEG (elektro-encefalografie), waarmee je ERPs (Event-Related Potentials) kan berekenen. Een ERP is het gemiddelde EEG als reactie op een bepaalde gebeurtenis (bijvoorbeeld het horen van een woord). Op deze manier kun je 'online' kijken wat er in het brein gebeurt als een kind taal hoort. Het mooie van ERP-onderzoek is dat je de verwerking van taal kunt meten zonder dat er een reactie nodig is. Een kind hoeft geen antwoord te geven, op een knop te drukken of een plaatje aan te wijzen. Daarbij is EEG heel nauwkeurig in de tijd: je kunt tot op de honderdste milliseconden precies meten wanneer de hersenen taal verwerken.

EEG en taalverwerking

In het brein wordt informatie doorgegeven via elektrische stroompjes, ook wel potentiaalverschillen genoemd. Met EEG kun je deze potentiaalverschillen meten. Voor onderzoek naar taalverwerking wordt vooral gebruik gemaakt van potentiaalverschillen in het brein als reactie op het herhaaldelijk laten horen van bepaalde stimuli zoals woorden of zinnen. Door de stukjes EEG uit te knippen en te middelen over alle keren dat je een bepaalde stimulus aanbiedt krijg je in het ERP de hersenactiviteit te zien die gerelateerd is aan het horen van dat soort stimuli. Het ERP bestaat uit pieken en dalen. De aanwezigheid, de grootte en het moment van een piek (of dal) is informatief over hoe taal wordt verwerkt in het brein. We weten namelijk precies vanuit andere studies op welke moment een reactie in het brein is te zien voor bepaalde stimuli. Dit zijn bekende ERP componenten.

Voor taalverwerking is de betekenis-piek (ook wel N400-



Foto: Nina Davits

component genoemd) de belangrijkste piek om te onderzoeken. Alle inhoudswoorden wekken zo'n piek op. Hoe minder goed de betekenis van een woord in de context past, hoe groter de piek. Een woord dat qua betekenis niet past in het voorafgaande stuk van de zin (*Mijn vader eet een deken*) wekt dus een grotere piek op dan een woord dat wel past in de zin (*Mijn vader eet een appel*). We noemen dit het betekenis-effect (N400-effect): dit is het verschil in uitslag voor een passend woord en een niet passend woord. Het betekenis-effect is doorgaans het grootst rond de 400 milliseconden (ms) en te zien tussen de 250-500 ms na het horen van het begin van het woord: de verwerking van de betekenis van een woord verloopt dus razendsnel.

Zelfs heel jonge kinderen van 19 en 24 maanden oud laten al een betekenis-effect zien voor woorden die niet kloppen in een zin (Friedrich & Friederici 2005). Deze jonge kinderen bleken al heel goed in staat de betekenis

van woorden te verwerken in de context van een zin: het betekenis-effect was op precies hetzelfde moment te zien als bij volwassenen, alleen hield het betekenis-effect wel langer aan.

DE VERWERKING VAN DE BETEKENIS VAN EEN WOORD VERLOOPT IN MILLISECONDEN

Het betekenis-effect bij kinderen met TOS

Juist bij jonge kinderen bij wie de taalontwikkeling anders verloopt is het interessant om te weten of hun hersenen taal op een andere manier verwerken dan de hersenen van kinderen bij wie de taalontwikkeling min of meer vanzelf gaat. Helaas is er bij jonge kinderen met TOS nauwelijks EEG-onderzoek gedaan naar taalverwerking, en al hele-

maal niet op het niveau van zinsbetekenis. Bij wat oudere kinderen met TOS zijn wel afwijkende patronen voor het betekenis-effect vastgesteld (o.a. Sabisch et al. 2006).

In het hier beschreven onderzoek hebben we met behulp van EEG onderzocht hoe de hersenen van kleuters met TOS taal verwerken in vergelijking tot leeftijdsgenootjes met een normale taalontwikkeling (de vergelijkingsgroep). Daarbij hebben we er voor gekozen om de verwerking van betekenis van woorden in een zin te onderzoeken. Hierbij komen verschillende processen van taalverwerking aan te pas: het ophalen van een betekenis van een woord, het vasthouden van de betekenissen van de verschillende woorden in de zin en het uiteindelijk samenvoegen van de betekenissen om tot een interpretatie van de zin te komen. Dit zijn allemaal processen die mogelijk moeizaam verlopen bij kinderen met een TOS. Het doel was om op neuronaal niveau te onderzoeken hoe jonge kinderen met TOS betekenis van woorden in een zin verwerken, zonder dat de kinderen een reactie hoefden te geven (zoals in een gedragtaakje).

Deelnemers

Deelnemers aan het onderzoek waren 37 kinderen met TOS en een vergelijkingsgroep van 25 kinderen zonder moeite met taal of spraak. De kinderen waren 4;2 tot 6;5 jaar en de gemiddelde leeftijd was 5;3 jaar. Alle kinderen hadden alleen het Nederlands als moedertaal. Daarnaast was er geen sprake van een verstandelijke beperking, aanhoudende gehoorproblemen of sterk gehoorverlies, ernstige visuele problemen, aantoonbare neurologische afwijkingen, een diagnose autismespectrumstoornis (of zeer opvallende gedragskenmerken die hierop wijzen). De werving van de kinderen met TOS vond plaats via cluster 2 scholen en audiologische centra. Deze kinderen hadden receptief-expressieve taalproblemen, of alleen expressieve taalproblemen. Alle ouders hebben vooraf schriftelijke

toestemming gegeven voor deelname en de Commissie Mensgebonden Onderzoek heeft goedkeuring verleend aan het onderzoek.

Taalprofiel

Vooraf aan het EEG-onderzoek hebben we verschillende taaltests afgenomen. Met deze taaltests hebben we het niveau van taalbegrip en taalproductie van elk kind bepaald. Soms waren al recente testcores bekend vanuit school of het audiologisch centrum. De TOS-groep had zowel met taalbegrip als taalproductie significant meer moeite dan de vergelijkingsgroep. In Tabel 1 staan de gemiddelde scores van de groepen op een rijtje.

Materiaal

Kinderen hoorden zinnen die qua betekenis wel of niet pasten in de zin:

Mijn vader eet een appel [correcte betekenis]

Mijn vader eet een deken [incorrecte betekenis]

Ondertussen werd hun EEG gemeten via een EEG-muts met elektroden. Kinderen hoefden niet te reageren op de zinnen en keken ter afleiding naar een film zonder geluid. In totaal hoorden kinderen 50 zinnen met correcte betekenis en 50 zinnen met incorrecte betekenis. We presenteerden ook nog 50 zinnen die qua grammatica niet klopten (plus 50 correcte zinnen), maar die zinnen zijn onderdeel van een andere studie, en daar gaan we in dit artikel verder niet op in. Het taakje duurde in totaal ongeveer 20 minuten. Tussendoor waren er korte pauzes en mochten de kinderen elke keer een sticker plakken op een kleurplaat. De meeste kinderen deden goed mee en bleven netjes tot het eind van het taakje naar de zinnen luisteren en voor het beeldscherm zitten.

We hebben onderzocht of bij de groep kinderen met TOS en de vergelijkingsgroep:

1. een betekenis-effect is te zien, dus een grotere uitslag in het EEG voor een incorrect woord (deken in het voorbeeld) dan voor een correct woord in een zin (appel in het voorbeeld)
2. op welk moment het betekenis-effect zichtbaar is; hiervoor testen we het effect in twee tijdvensters (300-500 ms en 500-800 ms na het begin van het (in)correcte woord)
3. waar op de schedel het betekenis-effect het grootst is

Resultaten

De vergelijkingsgroep liet een duidelijk betekenis-effect

Tabel 1. Gemiddelde scores en [standaardafwijking] van de TOS-groep en vergelijkingsgroep op gestandaardiseerde tests.

	TOS-groep	Vergelijkingsgroep
Non-verbaal IQ a	97 [15]	109 [12]
Taalbegrip b	87 [17]	112 [12]
Woordbegrip c	92 [13]	107 [7]
Woordontwikkeling d	87 [12]	110 [10]
Zinsontwikkeling d	79 [9]	108 [12]
Pseudowoorden d	68 [9]	97 [11]
Articulatie e	26 [11]	43 [2]

a Wechsler Non-Verbal Scale of Ability - NL (Matrix Redeneren, Herkennen)

b Schlichting Test voor Taalbegrip

c Peabody Vocabulary Test - NL

d Schlichting Test voor Taalproductie

e Articulatietaak uit Taaltoets Alle Kinderen (maximale score 45)

EEN KIJKJE IN HET 'TAALBREIN' VAN KLEUTERS MET TOS



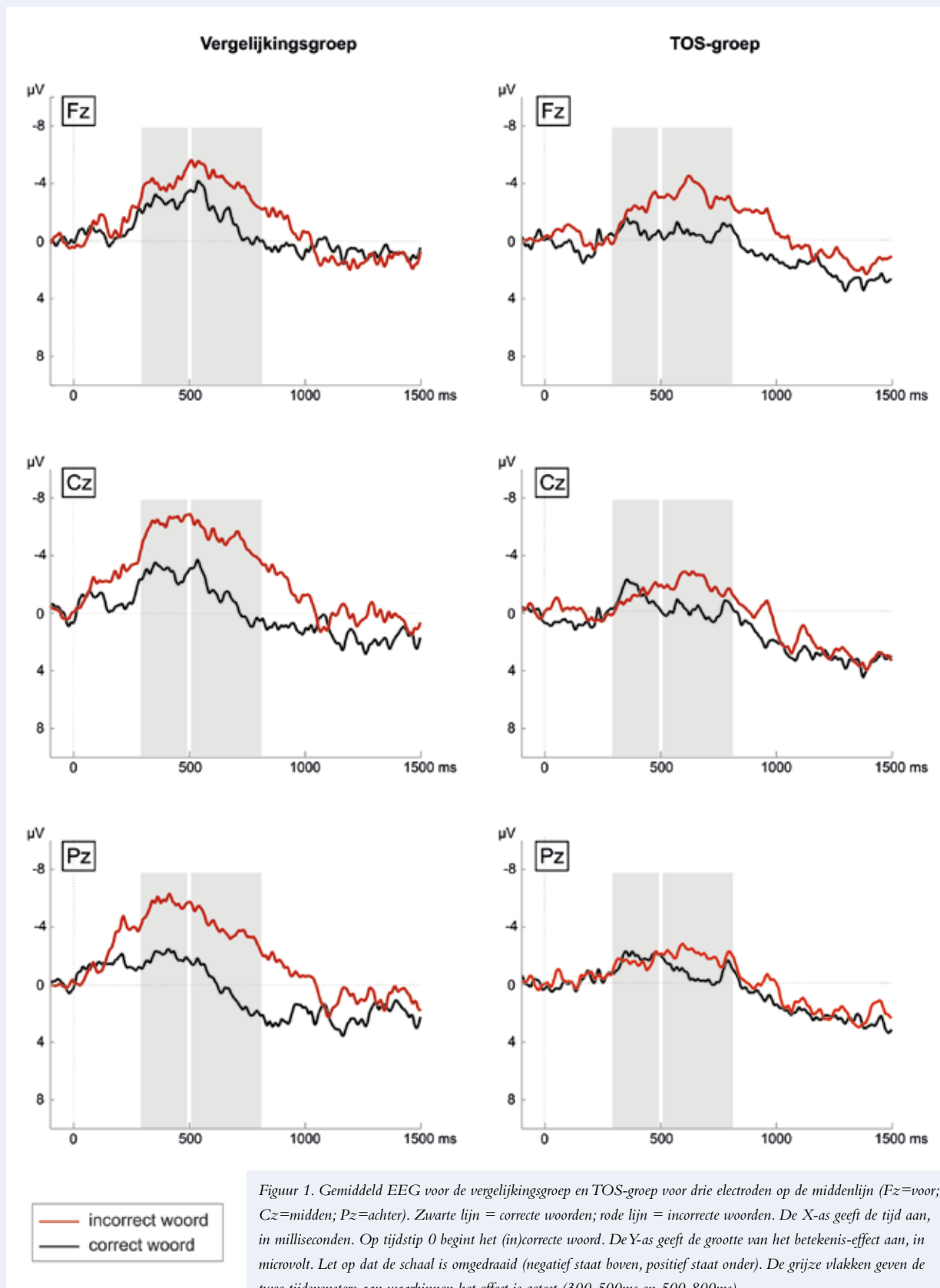
Foto: Aylia Schouwer

zien voor incorrecte woorden ten opzichte van de correcte woorden (zie Figuur 1); bij het horen van incorrecte woorden is er meer hersenactiviteit dan bij het horen van de correcte woorden (de rode lijn ligt hoger dan de zwarte lijn). Dit betekenis-effect begint al rond de 300 ms nadat het begin van het (in)correcte woord wordt gehoord en houdt in beide tijdvensters stand (300-500 ms en 500-800 ms). Het betekenis-effect is bij de vergelijkingsgroep het grootst op de elektroden middenachter op het hoofd (zie Figuur 2). Het gevonden betekenis-effect bij de vergelijkingsgroep komt overeen met eerdere onderzoeken die de verwerking van betekenis bij kinderen in de kleuterleeftijd hebben onderzocht, zowel qua tijd (start rond 300

ms) als qua locatie (middenachter op de schedel). Kleuters met een normale taalontwikkeling merken dus fouten in betekenis op zinsniveau heel snel op.

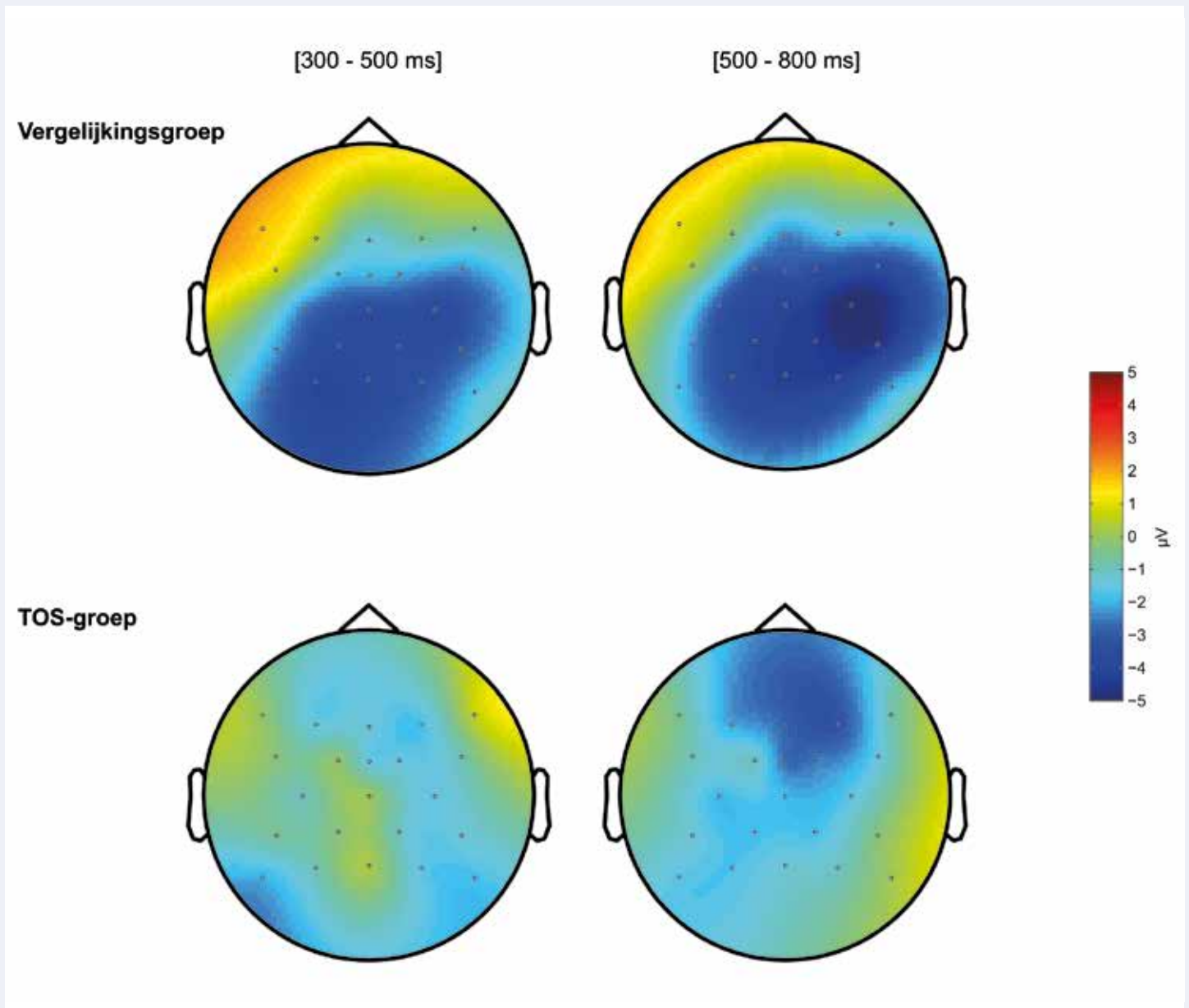
KINDEREN MET TOS LIJKEN VERTRAAGD IN DE VERWERKING VAN DE BETEKENIS VAN EEN ZIN

De TOS-groep laat eveneens een duidelijk betekenis-effect zien (zie Figuur 1). Uit statistische analyse blijkt echter dat het effect bij de TOS-groep in het eerste tijdvenster (300-



Figuur 1. Gemiddeld EEG voor de vergelijkingsgroep en TOS-groep voor drie elektroden op de middenlijn (Fz=voor; Cz=midden; Pz=achter). Zwarte lijn = correcte woorden; rode lijn = incorrecte woorden. De X-as geeft de tijd aan, in milliseconden. Op tijdstip 0 begint het (in)correcte woord. De Y-as geeft de grootte van het betekenis-effect aan, in microvolt. Let op dat de schaal is omgedraaid (negatief staat boven, positief staat onder). De grijze vlakken geven de twee tijdsvensters aan waarbinnen het effect is getest (300-500ms en 500-800ms).

EEN KIJKJE IN HET 'TAALBREIN' VAN KLEUTERS MET TOS



Figuur 2. Verdeling van het betekenis-effect over de schedel voor beide groepen in de twee tijdsvensters (300-500ms en 500-800ms), van bovenaf gezien. De kleur van de gebieden laat zien hoe groot het effect is: hoe blauwer het gebied, hoe sterker (in dit geval negatiever) het effect.

500 ms) nog niet aanwezig is en pas in het tweede tijdvenster (500-800 ms) significant is. Het effect begint dus een ruime 200 ms later dan bij de vergelijkingsgroep. Dat staat ongeveer gelijk aan de duur van één woord. Daarnaast is het betekenis-effect bij de TOS-groep niet duidelijk achterop het hoofd gelokaliseerd zoals bij de vergelijkingsgroep het geval is (Figuur 2). Ook is er een samenhang tussen de grootte van het betekenis-effect en taalbegrip: hoe beter het taalbegrip, hoe groter het betekenis-effect dat we in de hersenen zien.

Een later en minder lokaal betekenis-effect is in andere onderzoeken gevonden bij kinderen in de leeftijd van 1.5 tot 3 jaar. Kinderen met TOS lijken dus vertraagd in de verwerking van betekenis op zinsniveau. Het is nog niet duidelijk wat hier precies de oorzaak van is. Een mogelijke verklaring is dat bij kinderen met TOS een woord minder goed in het geheugen blijft hangen, waardoor het kind minder snel opmerkt dat de betekenis van de zin niet klopt. Als je bijvoorbeeld niet goed onthoudt dat je net 'Mijn vader eet ...' hebt gehoord, dan is het ook minder

duidelijk dat ‘deken’ niet past in de zin. Een andere verklaring is dat kenmerken van werkwoorden minder goed zijn opgeslagen in de hersenen van de groep kinderen met TOS. Het werkwoord ‘eten’ roept de verwachting op dat er iets eetbaars gaat volgen. Als deze eigenschap echter minder goed vastligt, dan valt het ook minder goed op als er ineens een woord volgt dat niet eetbaar is en dat dus niet goed past bij het werkwoord.

Subgroepen binnen TOS

Vanwege de gevonden samenhang tussen taalbegrip en het betekenis-effect, hebben we in een post-hoc analyse ook gekeken of kinderen met alleen expressieve taalproblemen verschilden van kinderen met expressieve én receptieve taalproblemen. We hebben deze opsplitsing gemaakt op basis van de scores op de receptieve testen; kinderen met een score van 1 SD of meer onder de normgroep (Q-score < 85) op de receptieve taaltesten (taalbegrip en/of woordbegrip) werden gelabeld als kinderen met expressieve én receptieve problemen.



Foto: Yvanique Klijstra

De resultaten geven aan dat alleen de expressieve subgroep een betekenis-effect liet zien. Dit effect lijkt, net als wat we zagen bij de totale TOS groep, later te beginnen dan bij de vergelijkingsgroep. In de subgroep van kinderen met expressieve én receptieve taalproblemen werd geen zichtbaar betekenis-effect gevonden. Dit duidt erop dat deze kinderen minder gevoelig voor betekenisfouten in de zin, terwijl de kinderen met alleen expressieve taalproblemen voornamelijk vertraagd lijken te zijn in de verwerking van betekenis. De twee groepen zijn echter klein, dus we moeten deze resultaten voorzichtig interpreteren.

Conclusie

De kracht van het EEG-onderzoek is dat op groepsniveau duidelijk nieuwe inzichten zijn verkregen in onderliggende taalprocessen bij TOS. Op neuronaal niveau laten de kinderen met TOS een ander patroon zien in de verwerking van betekenis van woorden in een zin in vergelijking tot de kinderen met een normale taalontwikkeling. Dit betekent niet dat kinderen met TOS het helemaal niet kunnen, maar wel dat de verwerking van taal op een andere manier in het brein verloopt dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling. De groep kinderen met TOS was vertraagd in het waarnemen van de semantische fouten vergeleken met kinderen met een normale taalontwikkeling. Ook was het effect minder lokaal aanwezig op de schedel, dit komt overeen met wat in andere studies gevonden is bij jongere kinderen.

DE VERWERKING VAN TAAL IN HET BREIN VAN EEN KLEUTER MET TOS VERLOOPT OP EEN ANDERE MANIER

Verder bleek dat kinderen met een lage score op een taalbegripstest ook een kleiner betekenis-effect lieten zien in het EEG dan kinderen met een hogere score. In lijn hiermee bleek uit de post-hoc analyse dat het betekenis-effect voor de groep kinderen met expressieve én receptieve niet meetbaar aanwezig was. Zoals je ook zou verwachten, zijn deze kinderen dus het minst gevoelig voor fouten in de betekenis van de zin. Kinderen met expressieve problemen zijn wel gevoelig voor de fouten, maar zij hebben wel meer tijd nodig in de verwerking van de fouten.

Dit laatste onderstreept nog eens de meerwaarde van EEG-onderzoek. Het geeft aan dat kinderen die op reguliere taaltests gemiddeld presteren op woord- en taalbegrip, toch een ander ERP-patroon laten zien bij het begrijpen van

EEN KIJKJE IN HET 'TAALBREIN' VAN KLEUTERS MET TOS



Foto: Ayla Schönwetter

woorden in een zin dan de vergelijkingsgroep. Het EEG is hier dus sensitiever dan reguliere taaltests. Je meet als het ware niet de uitkomst van een proces, maar het proces zelf. Het kind kan in een taaltest misschien uiteindelijk wel het juiste plaatje aanwijzen (namelijk het plaatje dat overeenkomt met het woord of het zinnetje dat je als testleider uitspreekt), maar het EEG kan uitwijzen dat de verwerking van de zin wel anders verloopt dan bij een

EEG ONDERZOEK IS SENSITIEVER DAN REGULIERE TAALESTES

kind met een normale taalontwikkeling. Het voordeel van EEG is bovendien, dat het kind geen bewust besluit hoeft te nemen, of een respons hoeft te geven. Dit maakt het gebruik van EEG met name bruikbaar voor kinderen die nog weinig zeggen of erg verlegen zijn.

Het nadeel van EEG is echter dat het duur is en de voorbereidingen veel tijd kosten, maar vooral dat je veel metingen (d.w.z. een stukje EEG) moet hebben om een bepaald effect zichtbaar te maken. Dit laatste komt doordat je met EEG bijvoorbeeld ook spieractiviteit meet. Dit geeft in het EEG signaal enorme pieken die vele malen groter zijn dan de pieken die de verwerking van het woord weer-



Foto: Judith Pijnacker

geven. Door voldoende stukjes EEG te gebruiken bij het berekenen van de ERPs zorg je ervoor dat die pieken waar je niet in geïnteresseerd bent zich uitmiddelen en je alleen de kleine pieken blijft zien. Omdat je een kind nu eenmaal niet uren achter elkaar naar zinnigjes kan laten luisteren zijn we genoodzaakt om meerdere kinderen te testen om aan voldoende metingen te komen. Zodoende kunnen we alleen iets zeggen over een groep kinderen en kunnen we (nog) geen uitspraken doen over een individueel kind. Dat

is erg jammer omdat dit soort EEG onderzoek anders een mooie aanvulling zou zijn op het gebruik van taaltests in de diagnostiek. Om dat te bereiken moeten we manieren vinden om de signaal-ruis verhouding van de ERPs in dit soort taakjes te vergroten. Wellicht is dat met de nieuwe technologische ontwikkelingen in de toekomst wel mogelijk.

De resultaten van dit onderzoek zijn ook in een wetenschappelijk artikel beschreven: Pijnacker J., Davids, N., van Weerdenburg, M., Verhoeven, L., Knoors, H., & van Alphen, P. (submitted). Semantic processing of sentences in preschoolers with specific language impairment: evidence from the N400. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*.

Dankwoord

Dit onderzoek is gefinancierd door Fonds NutsOhra (subsidie 1001-074) en Koninklijke Kentalis. Wij bedanken Yoranique Klijnstra, Leoni Verweij, Aysa Dawson, Ayla Stehouwer en Sophie ten Heggeler voor hun hulp bij het testen van de kinderen. Ook willen we alle kinderen en hun ouders die mee hebben gedaan met het onderzoek hartelijk bedanken, als ook de scholen en audiologische centra die hebben geholpen bij het werven van de kinderen en het ter beschikking stellen van testruimtes.

Over de auteurs

Judith Pijnacker was tot 1 augustus 2015 als senior onderzoeker verbonden aan de Academie van Koninklijke Kentalis in Sint-Michielsgestel. **Nina Davids** en **Petra van Alphen** zijn nog steeds als senior onderzoeker werkzaam bij de Kentalis Academie. **Marjolijn van Weerdenburg** is universitair docent bij de Radboud Universiteit in Nijmegen.

Judith Pijnacker (judithpijnacker2@gmail.com)

Nina Davids (n.davids@kentalis.nl)

Marjolijn van Weerdenburg (m.vanweerdenburg@pwo.ru.nl)

Petra van Alphen (p.vanalphen@kentalis.nl)

Referenties

Friedrich, M. & Friederici, A.D. (2005). Semantic sentence processing reflected in the event-related potential of one- and two-year-old children. **Neuroreport 16**, p.1801-1804

Sabisch, B., Hahne, A., Glass, E., von Suchodoletz, W. & Friederici, A. D. (2006). Lexical-semantic processes in children with specific language impairment. **Neuroreport 17**, p.1511-1514

Nieuw onderzoek met eye-tracking

Inmiddels zijn we vanuit de Kentalis Academie, in samenwerking met het Baby Research Centre van de Radboud Universiteit, een nieuw onderzoek gestart bij jonge kinderen met (vermoeden van) TOS: Taal in Beeld. In dit project maken we onder andere gebruik van een eye-tracker, waarbij we nauwkeurig bepalen naar welk plaatje het kind kijkt bij het horen van een woord of zin en hoe snel dit gebeurt. Net als bij EEG meten we dus het taalverwerkingsproces online en hoeft het kind geen respons te geven. De voorbereiding is echter veel eenvoudiger dan bij EEG en we hopen dat er minder data nodig zijn om ook op individueel niveau iets te kunnen zeggen.

Voor meer info over het nieuwe project Taal in Beeld zie: www.kentalis.nl/taalinbeeld