

De invloed van de ziekte van Parkinson op het verwerken en genereren van actiewerkwoorden

- ▶ Lodewijk I.M. Geboers
- ▶ John F. Stins

Inleiding

De ziekte van Parkinson (ZvP) kenmerkt zich door motorische symptomen als bradykinesie, rigiditeit en tremoren. Daarnaast maken verschillende non-motorische symptomen deel uit van het ziektebeeld. Hiervan zijn cognitieve tekorten, gedragsveranderingen en een verhoogde gevoeligheid voor depressie in het oog springende voorbeelden (Koerts & Van Beilen, 2007). De laatste jaren is sprake van een groeiende bewustwording van deze non-motorische gevolgen van ZvP. Een opvallende bevinding is dat de taalvaardigheid bij parkinsonpatiënten is aangedaan, en dan vooral het verwerken van werkwoorden.

Volgens de traditionele opvatting zijn neurologische structuren voor taalverwerking gelokaliseerd in met name Broca's en Wernickes gebied, en leidt schade aan deze gebieden tot afasie. Motorische structuren worden daarentegen gelokaliseerd in de primaire en de premotorische schors en in subcorticale structuren zoals de basale kernen, waarbij geldt dat neurodegeneratie van de basale kernen leidt tot de motorische symptomen van ZvP. Een onderzoek van Hauk e.a. (2004) toonde echter aan dat systemen voor taalverwerking en motorische representaties op een onverwachte manier met elkaar samenhangen. Gezonde proefpersonen moesten werkwoorden lezen, terwijl door middel van *functional magnetic resonance imaging* (fMRI) in beeld werd gebracht welke hersengebieden daarbij actief werden. De werkwoorden waren van tevoren geselecteerd op basis van welk deel van het lichaam bij de handeling betrokken was; de benen (bijvoorbeeld 'trappen'), de armen (bijvoorbeeld 'slaan'), of het gelaat (bijvoorbeeld 'glimlachen'). De deelnemers moesten deze werkwoorden niet alleen lezen, maar ze moesten later ook de handeling fysiek uitvoeren. Opvallend genoeg bleek het lezen van actiewerk-

woorden niet alleen de taalcentra te activeren, maar ook gebieden in de motorische schors waar zich de neuronale representaties van de betreffende ledematen bevinden (de zogenaamde motorische 'homunculus'). De resultaten suggereren dat het verwerken van actiewerkwoorden begeleid wordt door neuronale representaties van de semantiek van het woord. Een voor de hand liggende vraag is of problemen met motorische aansturing, zoals bij ZvP, gepaard gaan met een verslechtering in het verwerken van actiewerkwoorden.

Dit artikel geeft een overzicht van een aantal recente gedragsstudies naar werkwoord-gerelateerde disfunctie bij parkinsonpatiënten (allen zonder dementie). Vervolgens worden de resultaten gezien vanuit de theorie van Embodied Cognition (EC). Deze theorie benadrukt de cruciale rol van lichamelijke processen, zoals motorische simulaties in het brein, in alle domeinen van cognitie, waaronder het verwerken van taal.

Is automatisch verwerken van actiewerkwoorden aangedaan?

Een veelgebruikt onderzoeksparadigma, ontleend aan de psycholinguïstiek, is de lexicale decisietaak (afgekort LD-taak). Tijdens een LD-taak bepalen deelnemers of een combinatie van letters, die kort op beeld verschijnt, een bestaand woord vormt of niet (een zogenaamd pseudowoord). Pseudoworden worden meestal geconstrueerd door één letter van een bestaand woord te veranderen; zo is 'lopen' in de Nederlandse taal een bestaand woord, maar 'fopen' niet. De instructie is door middel van een drukknoprespons zo snel mogelijk elke letterreeks (target) te classificeren als woord of als pseudowoord. Hierbij worden de accurate en reactietijd door de computer geregistreerd. Boulenger e.a. (2008) onderzochten door middel van een LD-taak of parkinsonpatiënten een specifieke werkwoord-gerelateerde disfunctie hadden. Er was sprake van vier soorten targetwoorden: actiewerkwoorden (bijvoorbeeld 'tekenen'), zelfstandige naamwoorden (bijvoorbeeld 'molen'), pseudo-actiewerkwoorden en pseudo-zelfstandige-naamwoorden. In het onderzoek werd elk woord zeer kort (50 ms, dus onder de waarnemingsdrempel) voorafgegaan door een zogenoemde prime. Het doel van deze prime was om delen van de cerebrale netwerken die nodig zijn voor het verwerken van woorden alvast te prikkelen door middel van automatische activatie van de semantische representaties. Dit leidt in het algemeen tot iets snellere reactietijden bij gezonde deelnemers (Dehaene e.a., 2001). De prime in het onderzoek van Boulenger was soms een kopie van het targetwoord, of een rij medeklinkers. Samenvattend, het prime-targetkoppel kon bestaan uit (a) woord-woord, (b) medeklinkers-woord, (c) pseu-

dowoord-pseudowoord, en (d) medeklinkers-pseudowoord. De deelnemersgroep bestond uit tien parkinsonpatiënten en tien gezonde personen, en iedere deelnemer kreeg instructies om snel en accuraat aan te geven of de target een bestaand woord was. De patiënten werden zowel met als zonder medicatie getest.

Het bleek dat de controlegroep baat had bij de prime; als prime en target identiek waren leidde dit tot een reactietijdvoordeel bij werkwoorden van 40 ms. Parkinsonpatiënten zonder medicatie bleken bij actiewerkwoorden geen baat te hebben wanneer prime en target identiek waren (slechts 6 ms sneller). De patiëntengroep had daarentegen wel baat bij een identieke prime bij zelfstandige naamwoorden (81 ms sneller). Dit voordeel gold eveneens voor de controlegroep. Wanneer de patiëntengroep met medicatie (Levodopa) werd getest, had een identieke prime bij actiewerkwoorden een faciliterend effect (44 ms sneller). Kortom, het klassieke reactietijdvoordeel van een prime is afwezig wanneer actiewerkwoorden worden gepresenteerd bij parkinsonpatiënten zonder medicatie. Overigens was enkel sprake van een dissociatie tussen zelfstandige naamwoorden en werkwoorden wat betreft priming-effecten, maar niet wat betreft algehele snelheid of accuratesse op de LD-taak. Aangezien het priming-effect voor werkwoorden enkel afwezig was zonder medicatie, concludeerden de auteurs dat het dopaminetekort — wat zijn weerslag heeft op de motorische gebieden — een negatief effect heeft op de mogelijkheid om handelingen mentaal te simuleren, waardoor de lexicale toegang tot actiewerkwoorden vertraagd is.

In het bovengenoemde onderzoek werden actiewerkwoorden en zelfstandige naamwoorden met elkaar vergeleken in een LD-taak, en traden met name effecten op bij actiewerkwoorden. Echter, volgens Druks (2002) zijn werkwoorden zowel grammaticaal als semantisch complexer dan zelfstandige naamwoorden, waardoor een directe vergelijking tussen beide woordcategorieën niet zuiver is. Daarom voerden Fernandino e.a. (2013) een onderzoek uit met enkel werkwoorden (abstract en actiegerelateerd). De onderzoekers voerden twee tests uit, namelijk een lexicale decisietaak, en een Semantic Similarity Judgement Task (SSJ). Aan het onderzoek namen twintig parkinsonpatiënten en 22 controles deel.

De LD-taak bestond uit werkwoorden die verwezen naar concrete acties met de hand/arm (bijvoorbeeld 'grijpen') en abstracte werkwoorden (bijvoorbeeld 'denken'). Tevens werden er pseudowerkwoorden gebruikt, en werd er geprimed. De prime kon identiek zijn aan de target, of kon bestaan uit een reeks medeklinkers. De SSJ-taak toetste of deelnemers subtiele betekenisverschillen tussen werkwoorden konden onderscheiden. De deelnemers zagen steeds een drietal werkwoorden tegelijk in

een driehoek; een woord boven en twee woorden beneden. De taak was een woordenduo te creëren door het bovenste woord te koppelen aan een van de onderste woorden. Hierbij moest het onderste woord worden gekozen dat semantisch gezien de meeste overeenkomst had met het bovenste woord (bijvoorbeeld 'voortsjokken' is semantisch meer gerelateerd aan 'manklopen' dan aan 'wandelen'). Er werd gebruikgemaakt van tripletten actiewerkwoorden en tripletten abstracte werkwoorden. Een belangrijk verschil tussen beide taken is dat de prestatie op de LD-taak bepaald wordt door snelle automatische processen van informatieverwerking, terwijl de SSJ-taak een beroep doet op expliciete semantische kennis.

Uit analyse van de reactietijden op de LD-taak bleek dat controles gemiddeld sneller reageerden op concrete actiewerkwoorden dan op abstracte werkwoorden (actie, $M = 699$ ms, abstract, $M = 738$ ms). Dit reactietijdenverschil was echter afwezig bij de patiëntengroep; actie, $M = 773$ ms, abstract, $M = 785$ ms. Er was geen significant verschil op accuratesse; beide groepen haalden bijna 100% accuratesse op de taak. Wat betreft het effect van de prime werd gevonden dat beide groepen profiteerden van een identieke prime (snellere RTs ten opzichte van reeksen medeklinkers), maar de effecten uitgesplitst naar werkwoordsoort en groep waren klein en marginaal significant.

Wat betreft prestaties op de SSJ-taak werd gevonden dat beide groepen trager reageerden op tripletten van actiewerkwoorden dan van abstracte werkwoorden, maar er was daarbij geen verschil tussen de groepen. De accuratesse verschilde significant tussen de groepen; de patiëntengroep maakte meer fouten bij actiewerkwoorden dan bij abstracte werkwoorden, terwijl de controlegroep op beide categorieën even accuraat was. Fernandino e.a. (2013) concludeerden dat parkinsonpatiënten meer moeite hebben met het verwerken van actiewerkwoorden dan met het verwerken van abstracte werkwoorden. De patiëntengroep reageerde trager tijdens de LD-taak op actiewerkwoorden dan op abstracte werkwoorden. Daarnaast hadden zij een lagere accuratesse tijdens de SSJ-taak bij actiewerkwoorden dan bij non-actiewerkwoorden.

Een onderzoek dat eveneens gebruikmaakte van de SSJ-taak is dat van Kemmerer e.a. (2013). Naast een vergelijking tussen de patiëntengroep (ZvP; $N = 10$) en de controlegroep ($N = 10$) werd de patiëntengroep tweemaal getest, namelijk met medicatie en zonder medicatie. De SSJ-taak was opgebouwd uit zes klassen werkwoorden: rennen (bijvoorbeeld 'lopen'), slaan (bijvoorbeeld 'porren'), snijden (bijvoorbeeld 'doorknippen'), spreken (bijvoorbeeld 'schreeuwen'), verandering van toestand (bijvoorbeeld 'bloeien') en psychisch (bijvoorbeeld 'amuseren'). Vier klassen be-

stonen dus uit actiewerkwoorden (rennen, slaan, snijden, spreken) en twee uit non-actiewerkwoorden (verandering van toestand, psychisch). De deelnemers kregen steeds een triplet van werkwoorden binnen dezelfde klasse te zien. De taak was wederom om het onderste woord te selecteren dat semantisch gezien het meest leek op het bovenste woord. De accuratesse verschilde niet tussen de groepen voor actiewerkwoorden en non-actiewerkwoorden. Ook actiewerkwoorden en non-actiewerkwoorden als geheel verschilden niet. Verder werd gevonden dat de accuratesse van parkinsonpatiënten, zowel met als zonder medicatie, niet verschilde van gezonde deelnemers voor beide soorten werkwoorden. Wat betreft de reactietijd werd gevonden dat de patiëntengroep (zowel met als zonder medicatie) trager reageerde op zowel actiewerkwoorden als non-actiewerkwoorden dan de controlegroep, maar er was geen verschil tussen beide soorten werkwoorden. Dus, in tegenstelling tot de bevindingen van Fernandino e.a. (2013) was in dit onderzoek geen evidentie voor een specifieke werkwoord-gerelateerde disfunctie.

Is het genereren van actiewerkwoorden aangedaan?

Bij de reeds besproken studies stond het verwerken van actiewerkwoorden centraal. Rodríguez-Ferreiro e.a. (2009) wilden testen of parkinsonpatiënten meer moeite hebben met het genereren van dergelijke woorden. Hun deelnemersgroep bestond uit 28 parkinsonpatiënten, 28 alzheimerpatiënten en 28 gezonde controles. De deelnemers werd gevraagd actiefoto's en foto's van objecten te bekijken en te benoemen. Foto's van objecten moesten worden benoemd met een zelfstandig naamwoord (bijvoorbeeld 'aardappel'), en actiefoto's met een werkwoord (bijvoorbeeld 'rennen'). Dit onderzoek testte niet de reactietijd, maar de accuratesse.

De controlegroep gaf voor zowel actiefoto's als foto's van objecten meer juiste antwoorden dan de parkinsonpatiënten en de alzheimerpatiënten, maar deze twee patiëntengroepen verschilden onderling niet van elkaar. Interessant was dat de ZvP-groep significant minder accuraat was bij actiefoto's dan bij foto's van objecten, terwijl dit verschil niet significant was bij de controlegroep en bij de alzheimergroep.

Herrera en Cuetos (2012) onderzochten ook het benoemen van actiewerkwoorden bij parkinsonpatiënten, aan de hand van actiefoto's. De hypothese van de onderzoekers was dat actiefoto's met een hoog motorische gehalte voor parkinsonpatiënten de meeste moeite zouden opleveren. De deelnemersgroep bestond uit twintig parkinsonpatiënten met medicatie en vijftien gezonde controles. De patiëntengroep werd zowel met als zonder medicatie (minimaal twaalf uur medicatievrij) getest.

Actiefoto's hadden een hoog motorisch gehalte (bijvoorbeeld een foto van een gravende man) of een laag motorisch gehalte (bijvoorbeeld een foto van een slapende man).

Om de resultaten te verwerken werd de gemiddelde reactietijd van correcte antwoorden bepaald. De resultaten van de controlegroep verschilden niet tussen foto's met een hoog motorisch gehalte en foto's met een laag motorisch gehalte. Bij de patiëntengroep was dit wel het geval; zij reageerden trager op foto's met een hoog motorisch gehalte dan op foto's met een laag motorisch gehalte. Dit reactietijdenverschil bleek bovendien groter wanneer de ZvP-groep getest werd zonder medicatie dan met medicatie.

Zijn er verschillen tussen werkwoordcategorieën?

In het onderzoek van Colman e.a. (2009) werd onderzocht of de werkwoord-gerelateerde disfunctie bij ZvP te wijten is aan meer algemene cognitieve problemen. De onderzoekers wilden testen of het verwerken van verschillende werkwoordcategorieën is aangedaan, zoals regelmatige of onregelmatige werkwoorden, werkwoorden in verleden tijd of tegenwoordige tijd, en transitieve of intransitieve werkwoorden. Deelnemers (28 controles en 28 ZvP-patiënten met medicatie) kregen de taak een incomplete zin af te maken, door het uitspreken van de juiste vervoeging van een ontbrekend werkwoord. De zin werd figuratief afgebeeld, waardoor het voor de deelnemers duidelijk was welk werkwoord werd bedoeld. (bijvoorbeeld een plaatje van een lezende jongen; zin: 'De jongen ... (leest) een boek'). Het onderzoek werd in het Nederlands uitgevoerd.

Positie van het werkwoord

Parkinsonpatiënten bleken moeite te hebben met het vervoegen van een werkwoord wanneer deze in een zin na het onderwerp en lijdend voorwerp geplaatst wordt, zoals in de structuur van een bijzin, waar persoonsvorm en lijdend voorwerp van elkaar gescheiden staan (bijvoorbeeld 'Dit is de jongen die een boek leest'). Zij hadden meer moeite met deze werkwoordpositie dan wanneer het werkwoord tussen het onderwerp en lijdend voorwerp geplaatst wordt, zoals in de structuur van een hoofdzin (bijvoorbeeld 'De jongen leest een boek'). Deze conclusie vindt, volgens Colman e.a. (2009), zijn oorzaak hoogstwaarschijnlijk in het lengteverschil van de zinnen; in het geval van bijzinstructuren zijn ze langer.

Tijd

Parkinsonpatiënten maakten meer fouten bij het genereren van de juiste tijden; ze hadden sterk de neiging om werkwoorden in de verleden tijd te plaatsen, terwijl de tegenwoordige tijd aangewezen was. Volgens de auteurs is de oorzaak hoogstwaarschijnlijk dat parkinsonpatiënten moeite hebben met het flexibel kunnen veranderen tussen de werkwoordstijden (een neiging tot 'perseverations'). Een werkwoord in de verleden tijd gaven zij zonder problemen, zij bleven echter steken in dit grammaticale framework, waardoor daaropvolgende werkwoorden eveneens in de verleden tijd werden geplaatst, terwijl de tegenwoordige tijd passend was.

Transitiviteit

Parkinsonpatiënten maakten meer fouten met het produceren van intransitieve werkwoorden dan met transitieve werkwoorden. Een intransitief werkwoord heeft geen lijdend of meewerkend voorwerp bij zich (bijvoorbeeld 'De jongen zit'), een transitief werkwoord heeft dit wel (bijvoorbeeld 'De jongen maakt een tekening'). De auteurs verwijzen voor deze bevinding naar resultaten uit een onderzoek van Bastiaanse en Jonkers (1998), waaruit bleek dat transitieve werkwoorden het meest frequent voorkomen in de Nederlandse taal, wat mogelijk verklaart waarom parkinsonpatiënten minder fouten maken met deze werkwoorden.

Sterkte

De resultaten wezen niet op een verschil tussen sterke (onregelmatige) en zwakke (regelmatige) werkwoorden bij parkinsonpatiënten. Dit komt overeen met de resultaten van het onderzoek van Terzi e.a. (2005), waarbij deelnemers een soortgelijke taak kregen. Hoewel de parkinsonpatiënten over het algemeen significant slechter presteerden dan gezonde personen, werd eveneens geen significant verschil gevonden tussen sterke en zwakke werkwoorden.

Kortom, de parkinsongroep presteerde slechter dan gezonde personen op taken waarbij de correcte werkwoordsvorm moest worden bepaald, maar de resultaten waren volgens de auteurs grotendeels te verklaren door algemene problemen met executieve functies, zoals verminderde werkgeheugencapaciteit en gebrek aan cognitieve flexibiliteit.

Theoretisch kader: De theorie van Embodied Cognition

Hoe kunnen bovenstaande onderzoeksresultaten worden verklaard? Een aantal van deze onderzoekers (bijvoorbeeld Fernandino e.a., 2013; Herrera & Cuetos, 2012) sluiten expliciet aan bij de theorie van Embodied

Cognition (EC). Volgens deze theorie spelen lichamelijke processen en toestanden een essentiële rol in cognitieve processen zoals leren, waarnemen, en taal.

In de traditionele cognitiewetenschappen wordt aan het lichaam een marginale rol toebedeeld voor het verklaren van cognitie. Immers, het lichaam is slechts een werktuig van het brein, en neemt dus, letterlijk en figuurlijk, een plaats in in de periferie. Volgens EC is dit een onjuist en eenzijdig uitgangspunt; het brein is ingebed in een lichaam, wat weer is ingebed in een fysieke omgeving met een rijkdom aan handelingsmogelijkheden. Gedrag ontstaat dan uit de continue wisselwerking tussen deze verschillende systemen, en wordt niet centraal opgelegd door een alwetend brein (Barsalou, 2008; Wilson & Foglia, 2011). Een belangrijke hypothese binnen EC is dat conceptuele kennis, zoals woordbetekenissen, inherent verankerd is aan sensorische en motorische gewaarwordingen (zie ook Vissers e.a., 2012). Het oproepen en activeren van deze kennis gaat gepaard met een gedeeltelijk herbeleven en simuleren van de sensorische en motorische toestanden die geassocieerd zijn met het concept. Als voorbeeld: stel dat we het werkwoord 'hardlopen' lezen. Hoe is de woordbetekenis gerepresenteerd? Volgens EC is onze kennis van dit concept opgebouwd uit een groot aantal zintuiglijke en lichamelijke toestanden, zoals vermoeidheid, pijnlijke benen, ritmische bewegingen, gevoelens van warmte en dorst, et cetera. Bij het lezen, of oproepen, van een dergelijk actiewerkwoord, zouden al deze gewaarwordingen kortstondig worden gesimuleerd in het zenuwstelsel. Bij het lezen van een woord zal alle sensomotorische en affectieve informatie uit eerder opgedane ervaringen met de referent van het woord worden gereactiveerd, waardoor het begrijpen en verwerken van het woord mogelijk wordt gemaakt. In die zin is conceptuele kennis onlosmakelijk verbonden met lichamelijke processen, dus belichaamd of *embodied*. Evidentie voor deze stelling komt onder andere uit neuro-imagingonderzoek, zoals de studie van Hauk e.a. (2006), die aantoonde dat actiewerkwoorden de motorcortex activeerden, op een somatotopische manier.

In zekere zin heeft de theorie van EC raakvlakken met de theorie van Carl Wernicke over hoe conceptuele kennis is gerepresenteerd (Binder & Desai, 2011). Wernicke stelde reeds in de negentiende eeuw dat conceptuele kennis verspreid lag over de cortex in verschillende geheugensporen, en dat deze geheugensporen betrokken waren bij dezelfde sensorische en motorische systemen die actief waren tijdens eerdere interacties met de referent (Cage & Hickok, 2005). De theorie van EC probeert een oplossing te vinden voor het vraagstuk hoe abstracte symbolen (woorden, concepten) hun betekenis krijgen. De oplossing die EC aandraagt is

dat het cognitieve systeem verankerd is in het lichaam en de omgeving, en dat symbolen hun betekenis krijgen uit de reactivatie van een groot aantal zintuiglijke en motorische representaties.

Een predictie van EC is dat wanneer lichamelijke toestanden worden gemanipuleerd, dit zijn weerslag zal hebben op cognitieve informatieverwerking. Hier is inderdaad evidentie voor: het is bijvoorbeeld mogelijk om bij gezonden de verwerking van actiewerkwoorden te beïnvloeden. Als door middel van transcraniële magnetische stimulatie (TMS) een pulse wordt gegeven boven de motorcortex dan leidt dit tot snellere prestaties op een LD-taak met actiewerkwoorden, zoals 'vouwen', 'grijpen' en 'schoppen' (Pulvermüller e.a., 2005). Wat betreft ZvP is het evident dat motorische centra zijn aangedaan. Verrassend is dat deze aandoening zijn weerslag heeft op hoe actiewerkwoorden worden verwerkt. De hierboven beschreven studies van Fernandino e.a. (2013), Herrera en Cuetos (2012), Rodríguez-Ferreiro e.a. (2009) en Colman e.a. (2009) suggereren dat parkinsonpatiënten actiewerkwoorden minder goed (trager en minder accuraat) verwerken en genereren dan abstracte werkwoorden/zelfstandige naamwoorden, en minder goed dan controles. Deze resultaten sluiten aan bij de simulatietheorie van EC; het is aannemelijk dat de neurale representaties van motorische handelingen zijn verstoord, waardoor het meer moeite kost de semantische representaties van de betreffende werkwoorden te activeren.

Andere bevindingen lijken minder goed in overeenstemming met de theorie van EC: Boulenger e.a. (2008) vonden weliswaar een priming-effect bij actiewerkwoorden bij controles, en niet bij de ZvP-groep. Echter, beide groepen reageerden niet significant verschillend op de verschillende woordcategorieën (actiewerkwoorden en zelfstandige naamwoorden). We kunnen dus niet spreken van een algehele disfunctie wat betreft verwerken van actiewerkwoorden. De studie van Kemmerer e.a. (2013) wees uit dat parkinsonpatiënten tijdens een SSJ-taak trager reageerden op actiewerkwoorden dan controles. Echter, de patiëntengroep reageerde tevens trager op abstracte werkwoorden dan de controlegroep, waardoor er geen sprake was van een specifiek verschil tussen actiewerkwoorden en abstracte werkwoorden. Ten slotte, Colman e.a. (2009) vonden weliswaar verslechterde prestaties op een taak waarbij een werkwoord moest worden bepaald, maar volgens de auteurs was dat te verklaren door algemene cognitieve problemen, dus niet specifiek voor werkwoorden.

Ook theoretisch is onduidelijkheid over de reikwijdte van EC. Een onopgeloste vraag is in hoeverre perceptueel-motorische systemen *causaal* bijdragen aan cognitie. Volgens sommige auteurs is het zinvol een onderscheid te maken tussen een sterke variant van EC en een zwakke variant

van EC; en volgens sommigen is er zelfs sprake van een theoretisch continuüm van volledig *embodied* tot volledig *disembodied* (Binder & Desai, 2011; Meteyard e.a., 2012; Kemmerer e.a., 2013). De sterke variant stelt dat motorsimulaties *noodzakelijk* zijn om actiewerkwoorden te verwerken en begrijpen. De zwakke variant stelt dat de semantiek van actiewerkwoorden slechts gedeeltelijk wordt bijgestaan door sensori-motorische simulaties. Simulaties kunnen het verwerken van actiewerkwoorden weliswaar beïnvloeden, waardoor de betekenis van woorden sneller wordt begrepen; ze zijn echter niet noodzakelijk voor het verwerken en begrijpen van acties, en dragen hooguit bij aan betere verwerking en begrip van actiewerkwoorden. Meteyard e.a. (2012) publiceerden een overzichtartikel over de embodiment van semantiek, gebaseerd op gedragsstudies, neuro-imagingstudies en patiëntstudies. De auteurs concludeerden dat er veel evidentie is voor de stelling dat semantische informatieverwerking *embodied* is, maar de mate waarin sensorische en motorische structuren participeren in semantische informatieverwerking is nog onduidelijk.

Conclusie

De motorische disfunctie in ZvP lijkt zijn weerslag te hebben op taalverwerking, en dan met name het verwerken van werkwoorden. De EC profileert zich als een interessante theorie om de resultaten mee te interpreteren. Deze theorie benadrukt de centrale rol van sensorische en motorische structuren op de cognitie. Conceptuele kennis, zoals woordbetekenissen, lijkt te zijn verankerd in de handelingsmogelijkheden die een actor tot zijn beschikking heeft om te interacteren met de fysieke werkelijkheid. Onderzoek naar hoe de toestand van het lichaam (morfologie, vermoeidheid, handelingsmogelijkheden, et cetera) invloed heeft op allerlei cognitieve processen, zoals taal, waarneming, probleem oplossen, heeft een belangrijke impuls gegeven aan de ontwikkeling van het cognitieonderzoek. Wat betreft ZvP lijken de beschreven studies ondersteuning te bieden voor tenminste de zwakke variant van EC; de motorische disfunctie heeft een subtiel maar meetbaar effect op semantische informatieverwerking. In hoeverre motorische simulaties essentieel zijn voor informatieverwerking is op dit moment nog onbekend. Bovendien is sprake van inconsistentie in de empirische literatuur, waardoor we op dit moment nog niet ondubbelzinnig kunnen vaststellen of er sprake is van een specifieke werkwoord-gerelateerde disfunctie in ZvP.

De studies tonen aan dat cognitieve problemen kunnen optreden in een groep patiënten zonder dementie. Verslechterde prestaties op cogni-

tieve tests naar het taalvermogen hoeven dus geen voortekenen te zijn van dementie, maar kunnen in bepaalde gevallen worden toegeschreven aan problemen met motorische simulaties van concepten in het zenuwstelsel.

Samenvatting Parkinsonpatiënten lijken een specifieke werkwoordgerelateerde disfunctie te hebben. Werkwoorden die refereren aan concrete handelingen lijken door hen minder goed verwerkt en gegenereerd te worden dan abstracte werkwoorden of zelfstandige naamwoorden. Deze observatie vindt steun in diverse gedragsstudies bij deze patiëntengroep. Gebruikmakend van onderzoeksparadigma's uit de psycholinguïstiek blijkt dat zowel expliciete als automatische semantische informatieverwerking is aangedaan in deze groep. De resultaten van deze studies kunnen worden gezien vanuit het oogpunt van de theorie van Embodied Cognition. Deze theorie stelt dat informatieverwerking, zoals het herkennen van actiewerkwoorden, onlosmakelijk verbonden is met sensorische en motorische simulaties van de referent. Het verminderde vermogen van parkinsonpatiënten om sensomotorische simulaties van concrete handelingen te maken in de hersenen zou verantwoordelijk kunnen zijn voor de actiewerkwoordgerelateerde disfuncties.

Lodewijk I.M. Geboers MOVE Research Institute Amsterdam, Faculty of Human Movement Sciences, VU University Amsterdam.

John F. Stins MOVE Research Institute Amsterdam, Faculty of Human Movement Sciences, VU University Amsterdam, **Correspondentieadres:** Van der Boechorststraat 9, 1081 BT, Amsterdam, j.stins@fbw.vu.nl.

Literatuur

- Barsalou, L.W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645.
- Bastiaanse, R. & Jonkers, R. (1998). Verb retrieval in action naming and spontaneous speech in agrammatic and anomia aphasia. *Aphasiology*, 12, 951-969.
- Binder, J.R. & Desai, R.H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 527-536.
- Boulenger, V., Mechtouff, L., Thobois, S., Broussolle, E., Jeannerod, M. & Nazir, T.A. (2008). Word processing in Parkinson's disease is impaired for action verbs but not for concrete nouns. *Neuropsychologia*, 46, 743-756.
- Cage, N. & Hickok, G. (2005). Multiregional cell assemblies, temporal binding and the representation of conceptual knowledge in cortex: A modern theory by a 'classical' neurologist, Carl Wernicke. *Brain*, 128, 823-832.
- Colman, K.S., Koerts, J., Van Beilen, M., Leenders, K.L., Post, W.J. & Bastiaanse, R. (2009). The impact of executive functions on verb production in patients with Parkinson's disease. *Cortex*, 45, 930-942.

- Dehaene, S., Naccache, L., Cohen, L., Bihan, D.L., Langin, J.F., Poline, J.B. e.a. (2001). Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature Neuroscience*, 4, 752-758.
- Druks, J. (2002). Verbs and nouns — A review of the literature. *Journal of Neurolinguistics*, 15 (3-5), 289-315.
- Fernandino, L., Conant, L.L., Binder, J.R., Blindauer, K., Hiner, B., Spangler, K. & Desai, R.H. (2013). Parkinson's disease disrupts both automatic and controlled processing of action verbs. *Brain and Language*, 127, 65-74.
- Hauk, O., Johnsrude, I. & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41, 301-307.
- Herrera, E. & Cuetos, F. (2012). Action naming in Parkinson's disease patients of/off dopamine. *Neuroscience Letters*, 513, 219-222.
- Kemmerer, D., Miller, L., Macpherson, M.K., Huber, J. & Tranel, D. (2013). An investigation of semantic similarity judgments about action and non-action verbs in Parkinson's disease: Implications for the Embodied Cognition Framework. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, art 146.
- Koerts, J. & Van Beilen, M. (2007). Beloning, dopamine en de ziekte van Parkinson. *Tijdschrift voor Neuropsychologie*, 3, 2-12.
- Meteyard, L., Cuadrado, S.R., Bahrami, B. & Vigliocco, G. (2012). Coming of age: A review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, 48, 788-804.
- Pulvermüller, F., Hauk, O., Nikulin, V.V. & Ilmoniemi, R.J. (2005). Functional links between motor and language systems. *European Journal Neuroscience*, 21, 793-797.
- Rodríguez-Ferreiro, J., Menéndez, M., Ribacoba, R. & Cuetos, F. (2009). Action naming is impaired in Parkinson disease patients. *Neuropsychologia*, 47, 3271-3274.
- Terzi, A., Papapetropoulos, S. & Kouvelas, E.D. (2005). Past tense formation and comprehension of passive sentences in Parkinson's disease: Evidence from Greek. *Brain and Language*, 94, 297-303.
- Vissers, C.Th.W.M., Chwilla, D.J., Vissers, H. Th. & Egger, J.I.M. (2012). Executieve controle en emotie bij het waarnemen van taal. *Tijdschrift voor Neuropsychologie*, 7, 16-27.
- Wilson, R.A. & Foglia, L. (2011). Embodied Cognition, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edward N. Zalta (red.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2011/entries/embodied-cognition/>>.