

Vertraagde lexicale integratie bij afatisch taalverstaan

P. Hagoort

Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek, Nijmegen

Teneinde de precieze aard van afatische stoornissen in taalverstaan te kunnen bepalen, is een algemeen model van het ongestoorde proces van taalverstaan vereist. In deze cognitieve architectuur van taalverstaan wordt een centrale rol toebedeeld aan het mentale lexicon. Het verkrijgen van toegang tot dit lexicon, het selecteren van het juiste woord daarin en het integreren van de geactiveerde informatie over de betekenis en de grammaticale eigenschappen van het geselecteerde woord in de zinscontext zijn drie kernfuncties van lexicale verwerking. In het ongestoorde proces van taalverstaan verlopen lexicale toegang, selectie en integratie niet alleen bijzonder snel, maar deze deelprocessen zijn in de tijd ook onderling nauwkeurig op elkaar afgesteld. Uit onderzoek waarin gebruik gemaakt wordt van woorden met twee onderling onafhankelijke betekenissen (bijv. *bank*) blijkt dat patiënten met een afasie van Broca relatief vertraagd zijn in het integreren van woordinformatie in de zinscontext. Patiënten met een afasie van Wernicke lijken geheel te falen in dit integratieproces. Beargumenteerd wordt dat deze afwijkingen in het proces van lexicale integratie veroorzaakt worden door een tekort aan de verwerkingscapaciteit die vereist is voor het soepel laten verlopen van de omzetting van het spraaksignaal in een interpretatie van hetgeen de spreker mededeelt.

Inleiding

In tegenstelling tot de intelligente machine van de toekomst is bij de mens het centrale zenuwstelsel de noodzakelijke voorwaarde voor het uitvoeren van hogere cognitieve functies, waaronder het produceren en begrijpen van taal. Elk van deze cognitieve functies wordt derhalve gerealiseerd door een samenstel van neuroanatomische structuren en neurofysiologische processen. Dit samenstel duid ik hier aan als de neurale architectuur. Een beschadiging van de neurale architectuur kan leiden tot cognitieve uitvalsverschijnselen. Afatische symptomen zijn

Correspondentieadres: Dr. P. Hagoort, Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek, Wundtlaan 1, 6525 XD Nijmegen, Tel: 080-521360/911. e-mail: peha@mpi.nl.

daarvan een voorbeeld. Een laesie in het perisylvische gebied van de taaldominante hemisfeer leidt in veel gevallen tot stoornissen in spreken en verstaan, de twee meest centrale taalfuncties. Teneinde de uitval in taalfuncties nader te kunnen karakteriseren, is kennis over plaats en omvang van de laesie onvoldoende. Wat we in aanvulling op onze kennis over de neurale architectuur nodig hebben is een idee over de cognitieve architectuur van het menselijk taalvermogen. Daarin worden zowel de impliciete kennisrepresentaties (zoals kennis over vorm en betekenis van woorden, of kennis van syntactische operaties op grotere eenheden dan woorden) als de deelprocessen gespecificeerd waaruit complexe functies als spreken en verstaan zijn opgebouwd. Pas in de context van een idee over de cognitieve architectuur van spreken of verstaan kunnen afatische stoornissen ten gevolge van een beschadiging in de neurale architectuur van het menselijk taalvermogen voldoende precies geduid worden.

Niettegenstaande het onloochenbare feit dat neurale architectuur en cognitieve architectuur op een of andere, zij het thans nog grotendeels onopgehelderde, wijze met elkaar samenhangen, verdient het om heuristische redenen de voorkeur beide niveaus te onderscheiden en aan te geven waar in het onderhavige geval het zwaartepunt ligt (voor een bespreking van kwesties rond de relatie tussen neurale architectuur en cognitieve architectuur, zie Brown & Hagoort, 1989). Ik zal mij hier uitsluitend bezighouden met een karakterisering van afatische stoornissen in termen van de cognitieve architectuur met de nadruk op aspecten van taalverstaan.

Hoewel lange tijd de opvatting gehuldigd is dat een eerste grove onderverdeling gemaakt kon worden in afasiepatiënten met taalproduktiestoornissen (motorische afasie, expressieve afasie) en patiënten met taalbegripsstoornissen (sensorische afasie, receptieve afasie), is met name in de laatste twee decennia duidelijk geworden dat een dergelijke onderverdeling onhoudbaar is. Voor de meeste patiënten die op basis van een klinische test zoals de Akense Afasie Test (AAT) de diagnose afasie van Broca of afasie van Wernicke krijgen toegemeten, geldt dat zowel spreken als verstaan in meer of mindere mate zijn aangedaan. Eenmaal in een gestandaardiseerde testsituatie gebracht waarin de patiënt een minder rijke schakering aan communicatieve informatie ter beschikking staat dan in de dagelijkse omgang, blijkt dat niet alleen Wernicke patiënten maar ook patiënten met een afasie van Broca duidelijke stoornissen in het proces van taalverstaan vertonen (Caramazza & Zurif, 1976; Heilman & Scholes, 1976). De constatering dat de meeste afasiepatiënten minder goed dan gezonde taalgebruikers in staat zijn het spraaksignaal om te zetten in een adequate interpretatie van hetgeen de spreker meedeelde, laat onverlet dat de vraag naar de precieze aard van de stoornis in de cognitieve architectuur van taalverstaan nog verre van beantwoord is.

In deze bijdrage wil ik in kort bestek aangeven wat experimentele bevindingen uit recent onderzoek (Hagoort, 1990) suggereren over de aard van afatische stoornissen in taalverstaan. Alvorens daar nader op in te gaan, bespreek ik een globaal model van de cognitieve architectuur van taalverstaan. Daarin wordt met name aandacht besteed aan een drietal processen: lexicale toegang, lexicale selectie en lexicale integratie. Op basis van deze globale schets wordt de vraag naar

stoornissen in het taalverstaan nader ingekaderd, mede aan de hand van de stand van zaken in de recente afasieliteratuur. Tenslotte bespreek ik mijn eigen onderzoek en de daarop gebaseerde conclusies. Voor een veel uitvoeriger bespreking van de onderwerpen die hierna aan bod komen, verwijs ik naar Hagoort (1990).¹

De cognitieve architectuur van taalverstaan

Een eerste vereiste om een beter zicht te krijgen op afatische taalstoornissen is dus kennis omtrent het taalverwerkingssysteem zoals dat functioneert bij gezonde taalgebruikers. Centraal in het proces van taalverstaan staat het mentale lexicon. Het mentale lexicon bevat de kennis over de woorden in onze moedertaal. Deze kennis is op een of andere wijze in onze hersenen opgeslagen. De opgeslagen kennis betreft behalve de vorm van de woorden (hoe klinkt het, of hoe wordt het geschreven?), ook hun betekenis en grammaticale eigenschappen (bijvoorbeeld de woordsoort: werkwoord, zelfstandig naamwoord, enz.). Een volwassen taalgebruiker beschikt volgens een conservatieve schatting over een passieve woordenschat van zo'n 40.000 woorden (Nagy & Herman, 1987). Dat wil zeggen, wordt er een klankreeks aangeboden die met een van deze 40.000 woorden overeenkomt, dan is een volwassene in staat de daarbij horende informatie uit het mentale lexicon op te halen. Hij of zij weet in dat geval wat het woord betekent, of het een werkwoord is of een zelfstandig naamwoord, enz. Uit taalpsychologisch onderzoek is bekend dat het herkennen van een woord in een fractie van een seconde plaatsvindt. Een van de centrale vragen die een theorie over taalverstaan adequaat moet beantwoorden is dan ook hoe we in staat zijn dit enorme databestand in zo'n korte tijd te doorzoeken en de juiste informatie daarin terug te vinden.

In recente taalpsychologische theorieën over taalverstaan wordt dit cognitieve proces grofweg uiteengelegd in de volgende onderdelen: lexicale toegang, lexicale selectie en lexicale integratie (zie Frauenfelder & Tyler, 1987). Op basis van de akoestisch-fonetische eigenschappen van het spraaksignaal worden de woordvormen in het mentale lexicon geactiveerd die met de sensorische informatie overeenstemmen. Dit proces noemt men lexicale toegang. De verzameling van geactiveerde woordvormen wordt uiteindelijk gereduceerd tot één: de overgebleven woordkandidaat. Dit is het woord dat uiteindelijk door de luisteraar herkend wordt. Het inzoomen op de juiste woordvorm staat bekend als lexicale selectie. Er zijn verschillen van opvattingen over het soort informatie dat een bijdrage levert aan het proces van lexicale selectie. Volgens sommigen kan alleen de continu binnenkomende akoestisch-fonetische informatie leiden tot de reductie van het aantal geactiveerde woordvormen tot één. Anderen, daarentegen, argumenteren dat ook contextinformatie een bijdrage kan leveren aan lexicale selectie (zie Zwitserlood, 1989).

Vrijwel altijd verstaan wij woorden in de context van een voortgaande conversatie. Dat wil zeggen, woorden worden meestal niet in isolatie geproduceerd,

maar zijn ingebed in een zinsverband en een conversationele omgeving met haar verbale en nonverbale (bijvoorbeeld: ondersteunende gebaren) ingrediënten. Deze contextinformatie zou in principe gebruikt kunnen worden om mee te bepalen welk woord gehoord wordt. Neem als voorbeeld de zin: "Ruud Lubbers steunde het voorstel van de marine om de boycot van Irak effectief te maken door het sturen van een tweetal sche...". Op het moment dat wij de eerste lettergreep van het laatste woord gehoord hebben, kunnen we op grond van de informatie in de voorafgaande zinscontext voorspellen dat de spreker *schepen* gaat zeggen en niet *schedels*. Met andere woorden, zelfs voordat we alle akoestisch-fonetische informatie verwerkt hebben die nodig is om het woord *schepen* eenduidig te herkennen, zou de contextinformatie ertoe kunnen leiden dat *schepen* reeds geselecteerd wordt, terwijl andere aanvankelijk eveneens geactiveerde woordvormen zoals *schedels* worden gedeactiveerd. Op welk moment van woordherkenning contextinformatie een rol gaat spelen is een centrale vraag in taalpsychologisch onderzoek.

Het ontwerp van het taalverwerkingssysteem is er echter niet op gericht woordvormen te herkennen. Waar het de luisteraar om gaat, is te begrijpen waar de spreker het over heeft. Dat wil zeggen de processen van lexicale toegang en lexicale selectie moeten er uiteindelijk toe leiden dat de met geactiveerde woordvormen gelieerde woordbetekenissen beschikbaar komen. Deze moeten vervolgens met de betekenissen van de voorafgaande woorden tot de interpretatie van de gehele uiting worden samengesmeed. Het incorporeren van de geactiveerde woordbetekenis in de representatie van de voorafgaande context wordt aangeduid met de term lexicale integratie. Aldus is het proces van auditieve woordherkenning te omschrijven als het projecteren van geluid op een woordbetekenis in het mentale lexicon, met als doel de woordbetekenis te laten oplossen in een betekenisrepresentatie die de gehele uiting van de spreker omvat. Een voorwaarde om zover te komen is dat de processen van lexicale toegang, lexicale selectie en lexicale integratie in de tijd nauwkeurig op elkaar zijn afgesteld. Het voor deze onderlinge afstelling kritische tijdsbereik ligt eerder in de orde van milliseconden dan van seconden. Als deze processen ongestoord en met de vereiste onderlinge temporele afstemming verlopen, heeft de luisteraar begrepen wat de spreker hem of haar meedeelde.

De oorzaak van afatisch taalbegrip

Grofweg kunnen stoornissen in de cognitieve architectuur van taalverstaan worden toegeschreven ofwel aan het verloren gaan van impliciete kennis over woorden, syntactische operaties, etc., ofwel aan een verminderd vermogen deze kennis op snelle en efficiënte wijze uit het geheugen op te halen en in te zetten bij het interpreteren van de gehoorde uiting. Zo zou bijvoorbeeld het verloren gaan van informatie over woordbetekenissen in het mentale lexicon tot begripsstoornissen aanleiding kunnen geven. Een dergelijke gedachte heeft lange tijd een belangrijke

rol gespeeld in verklaringen van taalbegripsstoornissen bij patiënten met een afasie van Wernicke (Bijv. Goodglass & Baker, 1976; Whitehouse, Caramazza, & Zurif, 1978; Zurif, Caramazza, Myerson, & Galvin, 1974). Zurif en zijn collega's (1974) vroegen patiënten om steeds van een drietal woorden aan te geven welke twee bij elkaar hoorden. De woorden varieerden op semantisch goed te specificeren dimensies zoals 'menselijk versus niet-menselijk' of 'wreed versus ongevaarlijk'. Op basis van betekenispecificaties in termen van dergelijke semantische dimensies zijn we in staat van het drietal woorden *haai-tijger-kip* aan te geven dat *haai* en *tijger* meer bij elkaar horen dan bij *kip*. Deze en soortgelijke studies waarin patiënten gevraagd wordt semantische oordelen te geven tonen stelselmatig aan dat Wernicke patiënten niet meer in staat zijn zulke oordelen op semantisch transparante wijze te geven. Uit dergelijke bevindingen is veelal de conclusie getrokken dat de aan de afasie ten grondslag liggende hersenbeschadiging een groot deel van de kennis over woordbetekenissen heeft uitgewist. Het mentale lexicon is qua inhoud en structuur aangetast.

Een aantal recente studies (Blumstein, Milberg, & Shrier, 1982; Chenery, Ingram, & Murdoch, 1990; Hagoort, 1991; Katz, 1988; Milberg & Blumstein, 1981; Milberg, Blumstein, & Dworetzky, 1987) heeft deze interpretatie echter op losse schroeven gezet. In deze studies wordt gebruik gemaakt van het priming-paradigma. Het is een bekend taalpsychologisch gegeven dat het geven van een respons op een doelwoord sneller gaat indien het doelwoord wordt voorafgegaan door een semantisch verwant woord. Proefpersonen die in een lexicale decisietaak zo snel mogelijk moeten beslissen of een klankreeks een Nederlands woord vormt of niet, doen dit voor bijvoorbeeld het doelwoord *kat* sneller indien dat voorafgegaan wordt door het qua betekenis verwante woord *hond* dan wanneer het voorafgegaan wordt door het semantisch ongerelateerde woord *lamp*. De verklaring voor dit verschijnsel hangt samen met de wijze waarop men zich de organisatie van woordbetekenissen in het mentale lexicon voorstelt. Een vrij gangbare gedachte is dat het mentale lexicon is georganiseerd als een netwerk van knopen die fonemen, woordbetekenissen, etc. representeren. Deze knopen staan in onderling contact via excitatoire of inhibitoire verbindingen die een centrale rol spelen bij het variëren van de activatieniveaus van de knopen (zie McClelland & Rumelhart, 1981). Op het niveau van woordbetekenissen is het netwerk georganiseerd overeenkomstig de mate van betekenisamenhang tussen de knopen. Knopen die semantisch verwante woorden representeren hebben meer verbindingen gemeen en liggen in het netwerk dichter bij elkaar dan woorden die in betekenis sterker verschillen (Collins & Loftus, 1975).

Een voorbeeld van een dergelijke semantische netwerkstructuur is gegeven in Figuur 1. Aangenomen wordt dat telkens als een woord herkend wordt de bijbehorende woordbetekenisknoop (bijv. "appels") kortstondig via zijn verbindingen wat activatie uitstuurt naar nabijgelegen betekenis knopen (bijv. "peren"). Het verwante woord (i.c. *peren*) heeft daardoor minder tijd nodig om herkend te worden op het moment dat de bijbehorende vorminformatie wordt aangeboden. De spreiding van activatie in het semantische netwerk is een van de mechanismen

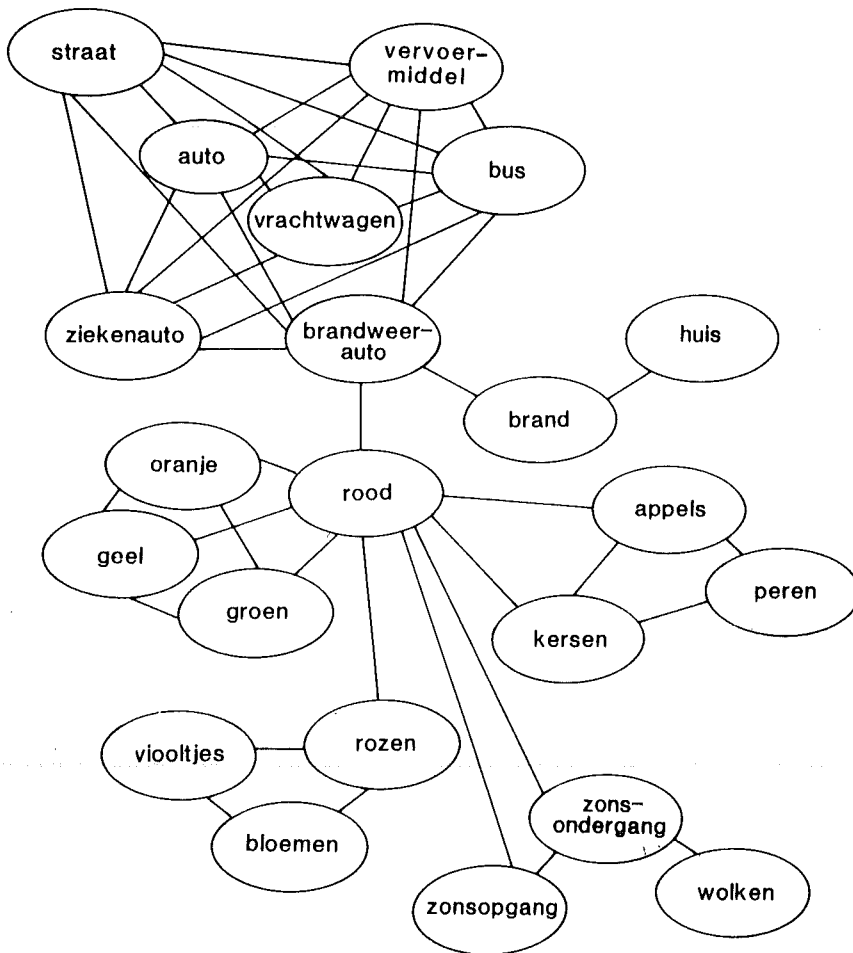


Fig. 1. Een voorbeeld van een semantische netwerkstructuur (naar Collins & Loftus, 1975). De figuur representeert een deel van het lexicon, weergegeven als een functie van betekenisrelaties. De knopen in het netwerk representeren afzonderlijke woordbetekenissen, de lijnstukken representeren betekenisrelaties tussen de woorden. De lengte van de lijnstukken representeert de sterkte van de verwantschap tussen de afzonderlijke woordbetekenissen.

die verantwoordelijk zijn voor de zogenaamde priming-effecten. Deze effecten worden gevonden wanneer proefpersonen gevraagd wordt voor het tweede lid van een woordpaar zoiets te doen als aan te geven of dit een woord of een nonwoord is.

Tegen de verwachting in vertonen Wernicke patiënten in dit soort priming-studies het standaard priming-effect. Ze herkennen woorden sneller wanneer

deze worden voorafgegaan door een semantisch verwant woord. Dit wijst erop dat inhoud en structuur van het mentale lexicon niet ernstig zijn aangedaan. Uit het geheugen uitgewiste kennisrepresentaties kunnen immers onder geen enkele omstandigheid ooit nog geactiveerd worden. Het feit dat lexicaal-semantische sensitiviteit blijkt in een bepaalde taaksituatie en afwezig is in een andere, duidt er op zich al op dat we eerder van doen hebben met een stoornis in de verwerkingskarakteristieken van het taalsysteem dan in zijn structurele componenten.

Een soortgelijke taakafhankelijke variatie in prestaties is gevonden voor de syntactische vaardigheden van Broca patiënten. Deze patiënten scoren vaak relatief laag wanneer het uitzoeken van het juiste plaatje bij een zin volledig afhankelijk is van syntactische informatie (Schwartz, Saffran, & Marin, 1980). Een voorbeeld daarvan zijn semantisch reversibele zinnen zoals "De jongen kust het meisje", waar woordvolgorde als syntactische cue gebruikt moet worden om een keuze te maken tussen een plaatje waar een meisje wordt gekust en een plaatje waar het meisje zelf de handeling van het kussen volvoert. Dezelfde patiënten vertonen daarentegen een grote mate van syntactische sensitiviteit wanneer van ze gevraagd wordt over allerhande syntactische constructies grammaticaleitsoordelen te geven (Linebarger, Schwartz, & Saffran, 1983). Ook deze dissociatie in prestaties duidt eerder op een stoornis in het snel en efficiënt uitvoeren van syntactische operaties dan in een verlies van onderliggende impliciete grammaticale kennisrepresentaties.

Onder andere op basis van dergelijke prestatieverschillen als functie van de specifieke taaksituatie, wordt de laatste jaren steeds meer aangenomen dat afatische afwijkingen in de cognitieve architectuur van taalverstaan het resultaat zijn van een stoornis in het op snelle wijze ophalen van talige informatie uit het geheugen en het binnen enkele honderden milliseconden combineren van verschillende bronnen van informatie (zoals woordbetekenissen, thematische rollen, zinsconstituenten, etc.) tot een correcte interpretatie van de gehoorde uiting.

De chronogenetische traditie

Ook al is er steeds meer evidentie dat afatische stoornissen in taalverstaan eerder moeten worden toegeschreven aan afwijkingen in de verwerkingskarakteristieken van het taalsysteem dan aan het uitwissen van kennisrepresentaties, daarmee is nog niet de vraag beantwoord wat de aard van deze verwerkingsstoornis is.

Mogelijk hangt de verwerkingsstoornis samen met afwijkingen in de temporele organisatie van taalverstaan. Zoals eerder geschetst is de snelheid waarmee bij spreken en verstaan betrokken processen zich voltrekken zonder meer verbazingwekkend indien men de complexiteit van taalverwerking in ogenschouw neemt. De verschillende deelprocessen van taalverstaan, waaronder lexicale toegang, selectie en integratie, verlopen niet alleen met grote snelheid maar zijn in de tijd ook onderling nauwkeurig op elkaar afgesteld. Afwijkingen in de temporele organisatie van taalverstaan kunnen derhalve tot ernstige problemen leiden bij het destilleren van een adequate interpretatie uit het spraaksignaal.

In recente publikaties heeft Kolk erop gewezen dat een dergelijke karakterisering van afatische taalstoornissen reeds een lange traditie kent (zie o.a. Kolk & van Grunsven, 1985). Zo introduceerde de neuroloog Von Monakow aan het begin van deze eeuw (1914) het begrip 'kinetische melodie' om daarmee tot uitdrukking te brengen dat de cerebrale mechanismen van taalverwerking gekarakteriseerd kunnen worden als een serie van opeenvolgende activaties die allen op het juiste moment in de tijd moeten optreden. Eric Lenneberg noemde in zijn beroemde boek *Biological foundations of language* (1967) tijd "the most significant dimension in language physiology" (p.218). Lenneberg stelde dat "almost all of the central nervous system disorders of speech and language may be characterized as disorders of timing mechanisms" (p. 218). Afasiesymptomen resulteerden dientengevolge uit "a lack of availability at the right time" (p. 222). Hij concludeerde dan ook dat "a failure to understand may well be due to certain time-disorders in the hearer." (p. 219).

Empirische studies naar mogelijke afwijkingen in de temporele organisatie van taalverstaan hebben zich tot voor kort met name gericht op de fonetische analyse van het spraaksignaal die de luisteraar moet verrichten teneinde het proces van lexicale toegang te kunnen opstarten. De gedachte was dat patiënten niet langer volledig gebruik konden maken van de temporele informatie in het spraaksignaal en dat daaruit hun taalbegripsstoornissen verklaard konden worden (Tallal & Newcombe, 1978). Verschillende andere studies hebben echter laten zien dat de stoornissen in taalverstaan die bij afasiepatiënten optreden niet aan een verslechtering in de fonetische perceptie kunnen worden toegeschreven (Blumstein, 1987, 1990; zie ook Praamstra, Hagoort, Maassen, & Crul, 1991). Mogelijke afwijkingen in de temporele organisatie van taalverstaan moeten derhalve gezocht worden in processen die volgen op de fonetische analyse van het spraaksignaal. Meer recent onderzoek in de chronogenetische traditie richt zich dan ook op latere afwijkingen in deze temporele organisatie (Friederici & Kilborn, 1989; Haarmann & Kolk, 1991; Hagoort, 1989).

Afwijkingen in lexicale integratie

Gebaseerd op de eerder geschetste globale cognitieve architectuur van taalverstaan heb ik in mijn eigen experimentele onderzoek gepoogd na te gaan of taalbegripsproblemen bij afasiepatiënten te wijten zijn aan stoornissen in lexicale toegang, lexicale selectie of lexicale integratie, dan wel aan een stoornis in de onderlinge afstemming van deze processen. Teneinde daarover uitspraken te kunnen doen moet voor een experimentele aanpak gekozen worden die de onderzoeker in staat stelt het proces van taalverstaan te registreren in het korte tijdsbestek waarin het zich afspeelt. Meestal wordt in onderzoek naar taalbegripsstoornissen gepoogd de adequaatheid van de uiteindelijke interpretatie van de taaluiting vast te stellen. Patiënten krijgen in zo'n geval veelal een zin te lezen of te horen, waarbij zij vervolgens uit een aantal plaatjes dat plaatje moeten kiezen dat met de in de zin beschreven situatie overeenkomt (zie Figuur 2).



Fig. 2. Voorbeeld van een standaardtaak in het afasie-onderzoek. De patiënt wordt gevraagd het plaatje aan te wijzen dat past bij een aangeboden zin. In dit geval is dat: "De man droomt over de jongen".

Op grond van de fouten die de patiënten daarbij maken worden conclusies getrokken over de aard van de taalbegripsstoornissen. Voor een beter begrip van mogelijke afwijkingen in de temporele organisatie van het taalverstaan is dit type onderzoek echter ontoereikend. Daarvoor moeten we het taalverwerkingsproces kunnen volgen zoals dat zich afspeelt in de tijd, milliseconde voor milliseconde. Experimentele taken die wel aan deze eis voldoen worden 'on-line' taken genoemd. Daarin wordt meestal van de patiënt of proefpersoon gevraagd zo snel mogelijk op een bepaald aspect van de aangeboden uiting te reageren. Op basis van het daaruit resulterende patroon van reactietijden kunnen gevolgtrekkingen gemaakt worden over de temporele organisatie van het taalverstaan. In mijn eigen onderzoek heb ik van dergelijke 'on-line' taken gebruik gemaakt teneinde de centrale vraagstelling te kunnen beantwoorden.

Het verwerken van ambigue woorden

Een belangrijk hulpmiddel waarvan in de experimenten gebruik gemaakt wordt zijn ambigue woorden. Dit zijn woorden met meerdere, geheel verschillende betekenissen. Het woord *bank* is daarvan een voorbeeld. Dezelfde klank- of letterreeks verwijst in dit geval zowel naar een meubelstuk als naar een instelling waar men zijn geld deponeert. Welk van beide betekenissen door de spreker bedoeld wordt kan slechts op grond van de context worden uitgemaakt. Dus als we de zin horen "Alvorens Jan zijn nieuwe auto kon ophalen, moest hij naar de bank", wordt het daarin voorkomende woord *bank* door vrijwel iedereen als geldinstelling opgevat. Deze lezing van het woord *bank* wordt door de context als het ware opgedrongen, zozeer zelfs dat het de meeste luisteraars niet opvalt dat we hier te maken hebben met een woord dat twee geheel gescheiden betekenissen heeft. Ambigue woorden komen in de taal met een zekere regelmaat voor zonder dat taalgebruikers zich doorgaans van hun meerduidigheid bewust zijn. Des te opmerkelijker is het dat uit taalpsychologisch onderzoek is gebleken dat ook in zinscontexten die een van beide betekenissen 'opdringen', in eerste instantie niet alleen de opgedrongen, maar ook de andere betekenis geactiveerd wordt (Swinney, 1979; voor een overzicht zie Simpson, 1984). In het geval van het bovenstaande voorbeeld wordt dus niet alleen de betekenis van bank als geldinstelling maar ook die van bank als meubelstuk geactiveerd. Vrijwel onmiddellijk nadat de beide betekenissen van het ambigue woord geactiveerd zijn (dat wil zeggen binnen 200 milliseconden nadat we het woord gehoord hebben), verdwijnt de activatie van de betekenis die niet in de context past, en blijft alleen de betekenis over die door de context wordt opgedrongen (Seidenberg et al., 1982). Hoewel alle betekenissen van een ambig woord dus in eerste instantie worden geactiveerd, vindt op basis van de contextinformatie zeer snelle selectie plaats van de meest passende betekenis. Omdat in dit geval de diverse woordbetekenissen een gemeenschappelijke woordvorm hebben, kan betekenisselectie niet plaatsvinden op basis van akoestisch-fonetische informatie. Alleen de uitkomst van het lexicale integratieproces bepaalt onder deze omstandigheden wat de meest passende be-

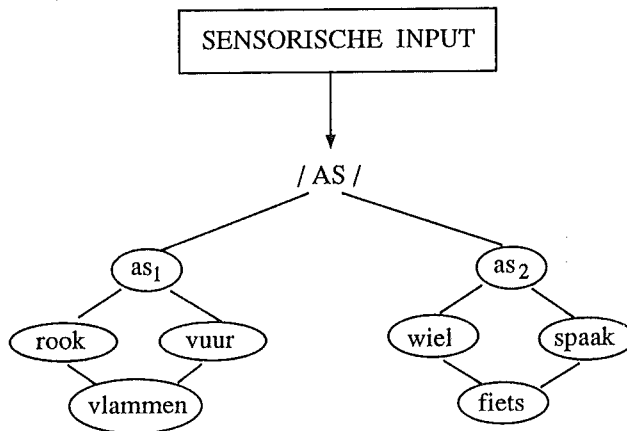
tekenis is. Deze betekenis wordt geselecteerd als uitkomst van de pogingen de verschillende woordbetekenissen met de context te integreren.

In mijn onderzoek heb ik ambigue woorden als hulpmiddel gebruikt om het tijdsverloop van toegang tot en integratie van woordbetekenissen in het niet langer optimaal functionerende taalverwerkingssysteem van afasiepatiënten te onderzoeken. Een tweetal variabelen waren daarbij essentieel. Allereerst het moment waarop de activatie van de verschillende betekenissen van ambigue woorden gemeten werd. In alle experimenten werd betekenisactivatie gemeten onmiddellijk na het ambigue woord (i.c. 100 milliseconden na wordeinde), en na een langer interval, in duur variërend van 500 milliseconden tot 1200 milliseconden. Op deze wijze kon worden nagegaan of selectie van de juiste betekenis plaats vond en zo ja, of dit op dezelfde snelle, efficiënte wijze gebeurde als in het intacte taalverwerkingssysteem.

Een tweede relevante variabele was de aard van de context die aan het ambigue woord voorafging. Door de aard van deze context te variëren, kon worden nagegaan of verschillende vormen van contextuele informatie met dezelfde efficiëntie konden worden benut bij het selecteren van de juiste betekenis. Naast zinssemantische informatie maakt de luisteraar tijdens het proces van betekenisselectie ook gebruik van de syntactische contextinformatie. Om het tijdsverloop van betekenisselectie op basis van syntactische contextinformatie te bepalen, gebruikte ik in enkele experimenten ambigue woorden waarvan de verschillende betekenissen geassocieerd zijn met verschillende woordsoorten. Het woord *kussen* is daarvan een voorbeeld. In de betekenis van een 'met veren, schuimplastic enz. gevulde zak die dient om het lichaam of een deel ervan zacht te ondersteunen' hebben we te maken met een zelfstandig naamwoord. In de betekenis van 'zoenen' is het een werkwoord. Indien we de context zo veel mogelijk ontdoen van een semantische bevoordeling van een der betekenissen, moet selectie tot stand komen via de woordsoort die door de syntactische context wordt toegelaten. Zo kan in de zin "Hij denkt er niet aan om dat te wagen", de lezing van *wagen* als 'vervoermiddel' niet zozeer worden uitgesloten op grond van de betekenis van de voorafgaande woorden als wel omdat de syntactische structuur van de zin in die positie een naamwoordsfrase verbiedt terwijl een werkwoord is toegestaan. De syntactische structuur van de zin bepaalt in dit geval dat we te maken hebben met *wagen* in de betekenis van 'durven' en niet in de betekenis van 'vervoermiddel'. Een derde soort context is die welke bestaat uit losse woorden. Hierbij is betekenisselectie op basis van zinsinformatie uitgesloten. In woordparen als 'poes-kater' en 'bier-kater' vindt de selectie van de juiste betekenis plaats op basis van de onderlinge betekenisrelaties van afzonderlijke woorden in het mentale lexicon. Betekenisselectie in deze contexten kan ons iets leren over de wijze waarop woordbetekenissen in het mentale lexicon onderling verbonden zijn.

In alle uitgevoerde experimenten werd de activatietoestand van de verschillende betekenissen van het ambigue woord gemeten met behulp van een lexicale decisietaak. Een bepaald doelwoord dat aan een van de betekenissen van het ambigue woord gerelateerd was volgde op het ambigue woord. De opdracht voor patiënt

en proefpersoon was aan te geven of het doelwoord al dan niet in het Nederlands voorkomt door zo snel mogelijk een JA-knop of een NEE-knop in te drukken. Cruciaal voor de interpretatie van de resultaten zijn de reactietijden op doelwoorden die volgen op ambigue woorden. Deze reactietijden worden vergeleken met die op hetzelfde doelwoord in een context waarin dat voorafgegaan wordt door een qua betekenis niet verwant woord (de ongerelateerde conditie). De snelheidstoename in deze lexicale decisietaak ten opzichte van de ongerelateerde conditie vormde een indicatie voor de activatietoestand van de betreffende betekenis van het ambigue woord. Figuur 3 geeft een voorbeeld van de wijze waarop de verschillende betekenissen van ambigue woorden in het mentale lexicon gerepresenteerd kunnen zijn.



TWEE FASEN IN DE VERWERKING VAN AMBIGUE WOORDEN:

- (A) ACTIVATIE VAN ALLE BETEKENISSEN,
ONGEACHT DE CONTEXTBIAS
- (B) SNELLE SELECTIE (BINNEN ZO'N 150 MSEC)
VAN DE BETEKENIS DIE IN DE CONTEXT PAST.
DUS: ACTIVATIE VAN PASSENDE BETEKENIS.
DE-ACTIVATIE VAN OVERIGE BETEKENISSEN.

Fig. 3. Een voorbeeld van een semantisch netwerk voor ambigue woorden en een samenvatting van de fasen in de verwerking van dit type woorden. Aangenomen wordt dat bij ambigue woorden de woordvormrepresentatie (/AS/) met verschillende knopen in het semantisch netwerk verbonden is (as_1 en as_2) die elk op zich verbonden zijn met knopen die verwante betekenissen representeren.

Indien in een bepaalde context de as_1 -betekenis van AS is geactiveerd zal via activatiespreiding ook ROOK in activatie toenemen. Indien ROOK als doelwoord wordt aangeboden kan de proefpersoon een snellere lexicale beslissing nemen onder de aanname dat inderdaad de as_1 -betekenis geactiveerd is. Op deze wijze kan in verschillende contexten en op verschillende momenten in de tijd de activatietoestand van de beide betekenissen van ambigue woorden worden vastgesteld.

Experimentele resultaten

Een eerste reeks experimenten had ten doel het tijdsverloop van lexicale toegang bij Broca en Wernicke patiënten te registreren. In deze experimenten werd noch voor het verloren gaan van woordbetekenissen, noch voor een blokkade in de automatische toegang tot woordbetekenissen enige evidentie gevonden. Zowel patiënten met een afasie van Broca als patiënten met een afasie van Wernicke blijken in staat op grond van akoestisch-fonetische informatie woordbetekenissen in het mentale lexicon te activeren. Dit suggereert dat stoornissen in het taalverstaan niet veroorzaakt worden door een onvermogen automatisch toegang te verkrijgen tot lexicaal-semanticke kennis, maar veeleer ontstaan in de daarop volgende fase waarin woordbetekenissen worden geïntegreerd in de context. Deze mogelijke oorzaak van taalbegripsstoornissen werd meer specifiek onderzocht in een volgende reeks experimenten.

In een aantal zinscontextexperimenten werd nagegaan of patiënten bij het selecteren van de juiste betekenis adequaat en snel gebruik kunnen maken van de semantische en syntactische informatie in de zin. Tabel 1 geeft een voorbeeld van de verschillende typen context, van de gebruikte zinnen en van de doelwoorden.

In alle gevallen werden de zinnen auditief aan de patiënten aangeboden. Na elke zin volgde eveneens auditief het doelwoord waarop gereageerd moest worden. In de helft van de gevallen was dit een, bestaand Nederlands woord, de rest

Tabel 1. Voorbeelden van de zinnen en doelwoorden in de verschillende experimentele condities. Primes en doelwoord zijn in hoofdletters weergegeven. De zinscontext en het doelwoord in de concordante conditie zijn verwant aan dezelfde betekenis van het ambigue woord. In de discordante conditie zijn beide verwant aan verschillende betekenissen van het ambigue woord. De ongerelateerde context eindigt met een woord dat geen semantische verwantschap met het doelwoord heeft.

Type Context	Zin	Doelwoord
Concordant:	<i>De schoonmaakster verwijderde de gemorste AS</i>	<i>ROOK</i>
Discordant:	<i>De metaalarbeider laste de gebroken AS.</i>	<i>ROOK</i>
Ongerelateerd:	<i>De natuurvriend zag een zeldzame BIJ.</i>	<i>ROOK</i>

bestond uit nonwoorden (bijv. *jazels*). Het enige wat de patiënten moesten doen was goed naar de zinnen luisteren en op de JA-knop of op de NEE-knop drukken bij het horen van het doelwoord. De pauze tussen zin en doelwoord was in de ene versie van het experiment 100 milliseconden en in de andere versie 750 milliseconden.

Zowel de controlegroep met gezonde jongeren als de controlegroep met ouderen zonder hersenbeschadiging maar met vergelijkbare leeftijd en opleiding als de afasiepatiënten, vertoonden zowel na 100 als na 750 milliseconden alleen nog maar activatie voor de betekenis van het ambigue woord die in de zinscontext paste. Activatie voor de niet-passende betekenis van ambigue woorden werd niet gevonden. Contextuele informatie uit de zin was op snelle en efficiënte wijze gebruikt om de juiste betekenis te selecteren en de niet-passende te deactiveren. De patiënten met een afasie van Broca daarentegen vertoonden weliswaar hetzelfde normale patroon van resultaten op het meetpunt dat 750 milliseconden na zinseinde lag, maar hadden een afwijkend patroon op het meetpunt na 100 milliseconden. Een globale interpretatie van de resultaten voor het vroege meetpunt is dat op dat moment nog meerdere betekenissen van het ambigue woord actief zijn, ook al past slechts een daarvan in de zinscontext. Kennelijk is onvoldoende tijd verstreken om de contextuele informatie te benutten voor het voltooien van het selectieproces. De passende betekenis is nog niet volledig geïntegreerd en de niet-passende betekenis is nog steeds actief. Uit het samenstel van resultaten blijkt dat patiënten met een afasie van Broca weliswaar in staat zijn semantische en syntactische contextinformatie te gebruiken om het proces van lexicale selectie tot een succesvol einde te brengen, maar dat in vergelijking met het intacte taalverwerkingssysteem er een vertraging optreedt in het tijdstip waarop het selectieproces is voltooid. Dit duidt op een afwijking in de fijne temporele afstelling van de processen van lexicale toegang en lexicale integratie. Het kost de patiënten meer tijd de geactiveerde woordbetekenissen in de zinscontext te integreren. Omdat het tempo waarin de sensorische informatie binnenkomt gelijk blijft, levert de vertraging in lexicale integratie uiteindelijk problemen op voor het tot stand brengen van een interpretatie van uitingen die uit meer dan enkele woorden bestaan.

De patiënten met een afasie van Wernicke blijken in het geheel niet in staat contextinformatie te gebruiken om de passende betekenis te selecteren. Noch onmiddellijk na het ambigue woord, noch met het verstrijken van de tijd tot om en nabij de seconde, blijken deze patiënten de juiste betekenis van het ambigue woord geselecteerd te hebben. Dit suggereert dat de ernstige taalbegripsstoornissen waaraan deze patiënten veelal lijden het gevolg zijn van het onvermogen de op basis van sensorische informatie geactiveerde woordbetekenissen met voorafgaande woordbetekenissen te integreren tot een betekenisrepresentatie die de gehele uiting omvat.

Conclusies

Indien men de uitkomsten van de uitgevoerde experimenten in globale zin samenvat, leiden deze tot de conclusie dat stoornissen in het taalverstaan zoals die optreden bij een afasie van Broca of een afasie van Wernicke te maken hebben met een falend of vertraagd proces van lexicale integratie. Niet uit te sluiten is dat de volledig falende integratie bij Wernicke patiënten het gevolg is van een zodanige vertraging dat het proces in het geheel niet meer voltooid kan worden.

De vraag die door deze resultaten wordt opgeroepen is waaraan deze selectieve stoornis in het proces van lexicale integratie toegeschreven moet worden. Een mogelijk antwoord is dat de vertraging in lexicale integratie samenhangt met een reductie in de verwerkingscapaciteit voor talige processen. Zoals alle cognitieve processen, vereist ook taalverstaan een bepaalde hoeveelheid verwerkingscapaciteit. Hoewel in de literatuur een eenduidige invulling van het begrip verwerkingscapaciteit ontbreekt (zie Salthouse, 1990), zijn verschillende preciseringen ervan mogelijk. Zo kan gedacht worden aan de geheugenruimte nodig om tussenresultaten van het proces van taalverstaan tijdelijk op te slaan, maar ook aan de mentale energie die nodig is om complexe mentale operaties met de vereiste snelheid te laten verlopen. Zoals bij een computer de kloksnelheid het aantal berekeningsstappen bepaalt dat per tijdseenheid kan worden uitgevoerd, zo is in de mentale huishouding de verwerkingscapaciteit bepalend voor het aantal cognitieve computaties dat binnen een bepaald tijdsbestek kan worden afgewerkt.

Een reductie in de mentale kloksnelheid leidt tot afname van het aantal mentale operaties dat per tijdseenheid kan worden uitgevoerd. Tevens geldt dat naarmate een bepaalde mentale operatie een groter beroep doet op de beschikbare hoeveelheid verwerkingscapaciteit, een reductie daarvan ernstiger gevolgen heeft voor het uitvoeren van de betreffende operatie. Er is alle reden aan te nemen dat het proces van lexicale integratie een groter beroep doet op de beperkte verwerkingscapaciteit dan het proces van lexicale toegang. Terwijl in het laatste geval alleen verwerkingscapaciteit nodig is om in het geheugen opgeslagen kennis (i.c. woordbetekenissen) op te halen, vereist lexicale integratie dat een contextrepresentatie in een geheugenbuffer gehouden wordt en de passendheid van alle geactiveerde woordbetekenissen berekend wordt. Terwijl lexicale toegang de verwerkingskarakteristieken van een reflex heeft – althans in talen als Nederlands, Duits of Engels –, moet tijdens het lexicale integratieproces steeds opnieuw de passendheid van vaak niet eerder in deze combinatie optredende woordsequenties berekend worden. De grotere computationele complexiteit van het integratieproces vereist kortom meer verwerkingscapaciteit dan nodig is voor lexicale toegang. De experimentele bevindingen laten zich daarom goed verenigen met de gedachte dat een verminderd vermogen tot het begrijpen van taal bij patiënten met een afasie van Broca of een afasie van Wernicke samenhangt met een reductie in de voor taalverstaan vereiste verwerkingscapaciteit (zie voor een verwante gedachte Caplan & Hildebrandt, 1988). Deze reductie in verwerkingscapaciteit heeft met name gevolgen voor het proces van lexicale integratie. Dit proces is ofwel vertraagd

(in patiënten met een afasie van Broca), ofwel in veel gevallen niet langer mogelijk (in sommige patiënten met een afasie van Wernicke). In de mate waarin de complexiteit van de aangeboden zinnen toeneemt, zal lexicale integratie minder lukken door de extra verwerkingscapaciteit die voor de verwerking van complexere (langere) taaluitingen vereist is. Dit doet vermoeden dat afasiepatiënten erbij gebaat zijn als de talige eenheden die ze moeten verwerken zo kort en afgerond mogelijk gehouden worden. Deze uit de theorie afgeleide gevolgtrekking strookt met de klinische ervaring van velen die met afasiepatiënten te maken hebben.

Tenslotte laten ook de graduele verschillen in de ernst van de stoornissen in taalverstaan zich eenvoudig onderbrengen in een dergelijke verklaring. Het is een voor de hand liggende aanname dat de afname in verwerkingscapaciteit per patiënt kan verschillen. De mate van reductie is bepalend voor de mate van vertraging in lexicale integratie. Bij een zeer sterke reductie is integratie in het geheel niet meer mogelijk. In dat laatste geval zijn de met de reductie van verwerkingscapaciteit samenhangende taalbegripsstoornissen het sterkst. Dit stemt overeen met het klinische gegeven dat de taalbegripsstoornissen van patiënten met een afasie van Wernicke in het algemeen zwaarder zijn dan die met een afasie van Broca.

Noot

1. Een zeer uitvoerige rapportage van de experimentele bevindingen waarop de conclusies van dit artikel zijn gebaseerd, is te vinden in mijn dissertatie getiteld *Tracking the time course of language understanding in aphasia*. Geïnteresseerden kunnen deze dissertatie bij de auteur bestellen.

Summary

A global model of language understanding is a prerequisite for establishing the precise nature of aphasic deficits in listening. In the cognitive architecture of language understanding a central role is attributed to the mental lexicon. Accessing the lexicon, selecting the appropriate word and integrating its meaning and syntactic properties into the sentence context are key functions of lexical processing. Normally lexical access, selection and integration occur very rapidly in a critical temporal interdependence. Research tapping the time course of the selection of the contextually appropriate meaning of ambiguous words revealed that Broca's aphasics are relatively delayed in the process of lexical integration. Wernicke's aphasics often completely fail in integrating lexical meanings into sentence contexts. It is argued that these changes in the temporal characteristics of lexical integration are due to a reduction in the processing resources required for transforming the speech signal into a representation of the speaker's message.

Literatuur

- Blumstein, S.E. (1987). Speech perception and modularity: Evidence from aphasia. In E. Keller & M. Gopnik (Eds.), *Motor and sensory processes of language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Blumstein, S.E. (1990). Phonological deficits in aphasia: Theoretical perspectives. In A. Caramazza (Ed.), *Cognitive neuropsychology and neurolinguistics: Advances in models of cognitive function and impairment*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Blumstein, S.E., Milberg, W., & Shrier, R. (1982). Semantic processing in aphasia: Evidence from an auditory lexical decision task. *Brain and Language*, 17, 301-315.
- Brown, C.M., & Hagoort, P. (1989). De LAT-relatie tussen lichaam en geest: Over de implicaties van neurowetenschap voor onze kennis van cognitie. In C.M. Brown, P. Hagoort, & Th. Meijering (Eds.), *Vensters op de geest: Cognitie op het snijvlak van filosofie en psychologie*. Utrecht: Grafiet.
- Caplan, D., & Hildebrandt, N. (1988). *Disorders of syntactic comprehension*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Caramazza, A., & Zurif, E.B. (1976). Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension: Evidence from aphasia. *Brain and Language*, 3, 572-582.
- Chenery, H.J., Ingram, J.C.L., & Murdoch, B.E. (1990). Automatic and volitional semantic processing in aphasia. *Brain and Language*, 38, 215-232.
- Collins, A.M., & Loftus, E.F. (1975). A Spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Frauenfelder, U.H., & Tyler, L.K. (1987). The process of spoken word recognition: An introduction. *Cognition*, 25, 1-20.
- Friederici, A.D., & Kilborn, K. (1989). Temporal constraints on language processing: Syntactic priming in Broca's aphasia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1, 262-272.
- Goodglass, H., & Baker, E. (1976). Semantic field, naming, and auditory comprehension in aphasia. *Brain and Language*, 3, 359-374.
- Haarmann, H.J., & Kolk, H.H.J. (1991). A computer model of the temporal course of agrammatic sentence understanding: The effects of variation in severity and sentence complexity. *Cognitive Science*, 15, 49-88.
- Hagoort, P. (1989). Decay of syntactic information in language comprehension of agrammatic aphasics. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 357.
- Hagoort, P. (1990). *Tracking the time course of language understanding in aphasia*. Nijmegen: Dissertatie Universiteit van Nijmegen.
- Hagoort, P. (1991). Impairments in automatic or controlled lexical-semantic processing in aphasia: Evidence from the processing of lexical ambiguities in a word context. Aangeboden ter publikatie.
- Heilman, K.M., & Scholes, R.J. (1976). The nature of comprehension errors in Broca's, conduction, and Wernicke's aphasics. *Cortex*, 12, 258-265.
- Katz, W.F. (1988). An investigation of lexical ambiguity in Broca's aphasics using an auditory lexical priming technique. *Neuropsychologia*, 26, 747-752.
- Kolk, H.H.J., & van Grunsven, M.M.F. (1985). Agrammatism as a variable phenomenon. *Cognitive Neuropsychology*, 2, 347-384.
- McClelland, J.L., & Rumelhart, D.E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- Lenneberg, E.H. (1967). *Biological foundations of language*. New York: John Wiley.
- Linebarger, M.C., Schwartz, M.F., & Saffran, E.M. (1983). Sensitivity to grammatical structure in so-called agrammatic aphasics. *Cognition*, 13, 361-392.

- Milberg, W., & Blumstein, S.E. (1981). Lexical decision and aphasia: Evidence for semantic processing. *Brain and Language*, 14, 371-385.
- Milberg, W., Blumstein, S.E., & Dworetzky, B. (1987). Processing of lexical ambiguities in aphasia. *Brain and Language*, 31, 138-150.
- Nagy, W.E., & Herman, P.A. (1987). Breadth and depth of vocabulary knowledge: Implications for acquisition and instruction. In M.G. McKeown & M.E. Curtis (Eds.), *The nature of vocabulary acquisition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Praamstra, P., Hagoort, P., Maassen, B., & Crul, Th. (1991). Word deafness and auditory cortical function: A case history and hypothesis. *Brain*, 114, 1197-1225.
- Salthouse, T.A. (1990). Working memory as a processing resource in cognitive aging. *Developmental Review*, 10, 101-124.
- Schwartz, M.F., Saffran, E.M., & Marin, O.S.M. (1980). The word order problem in agrammatism: comprehension. *Brain and Language*, 10, 249-262.
- Seidenberg, M.S., Tanenhaus, M.K., Leiman, J.M., & Bienkowski, M. (1982). Automatic access of the meanings of ambiguous words in context: Some limitations of knowledge based processing. *Cognitive Psychology*, 14, 489-537.
- Simpson, G.B. (1984). Lexical ambiguity and its role in models of word recognition. *Psychological Bulletin*, 96, 316-340.
- Swinney, D.A. (1979). Lexical access during sentence comprehension: (Re)consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 645-659.
- Tallal, P., & Newcombe, F. (1978). Impairment of auditory perception and language comprehension in dysphasia. *Brain and Language*, 5, 13-24.
- Von Monakow, C. (1914). *Die Lokalisation im Grosshirn*. Wiesbaden: Bergmann.
- Whitehouse, P., Caramazza, A., & Zurif, E. (1978). Naming in aphasia: Interactivity effects of form and function. *Brain and Language*, 6, 63-74.
- Zurif, E.B., Caramazza, A., Myerson, R., & Galvin, J. (1974). Semantic feature representations for normal and aphasic language. *Brain and Language*, 1, 167-187.
- Zwitserslood, P. (1989). The locus of the effects of sentential-semantic context in spoken-word processing. *Cognition*, 32, 25-64.