

Agrammatische taalproductie als gevolg van een capaciteitstekort

Robert J. Hartsuiker

NICI, KU Nijmegen

Twee studies laten zien dat agrammatische taalproductie gekarakteriseerd kan worden als het gevolg van een capaciteitstekort. Vanwege een gebrek aan capaciteit (mentale energie, synchronie) geeft het produceren van complexe zinnen moeilijkheden. Dit tekort kan echter tijdelijk opgeheven worden in een zinsprimingtaak. Er worden dan relatief complexe zinnen (passieven) aan Broca afatici ontlokt. Een tweede studie suggereert dat de limitatie specifiek is: capaciteit voor zowel syntactische als semantische verwerking is gelimiteerd. Dit blijkt uit het bestaan van interacties tussen syntaxis en semantiek bij constructie van onderwerp-persoonsvorm congruentie. Normale sprekers vertonen dergelijke interacties, maar Broca afatici niet: het ontbreekt hen aan verwerkingscapaciteit. In de discussie wordt aangetoond dat de resultaten de theorie van een capaciteitstekort ondersteunen, maar een heel spectrum van andere theorieën niet.

Inleiding

Bekende symptomen van de afasie van Broca zijn een gereduceerde verscheidenheid aan syntactische structuren in gesproken taalproductie en agrammatisch taalbegrip. Met dit laatste bedoelt men slechte begripsscores op bijvoorbeeld zin/plaatje matching taken, wanneer er syntactische analyse nodig is voor het kiezen van het juiste plaatje. Beschikt een patiënt met de afasie van Broca niet langer over grammaticale kennis? Dit kan niet het geval zijn. Hoewel Broca-patiënten verre van volmaakt scoren op de zin/plaatje matching taak, scoren zij vaak significant boven kansniveau (zie Berndt, Mitchum, & Haendiges, 1996 voor een overzicht). Bovendien vertoont afatische taal wel degelijk structuur. Kolk en Heeschen (1992) lieten bijvoorbeeld zien dat het patroon van omissies bij agrammatische patiënten sterk overeenkomt met het elliptische register in normale taal. Dat is de taal die men gebruikt in situaties waarin de context volledige zinnen overbodig maakt ("drie bier!"), in taal tegen vreemdelingen ("paspoort niet goed"), en taal tegen kinderen ("grote jongen").

Correspondentieadres: Robert J. Hartsuiker, NICI, KU Nijmegen, Postbus 9104, 6500 HE Nijmegen. E-mail: hartsuiker@nici.kun.nl

Deze voorbeelden laten zien dat de grammaticale kennis van Broca afatici voor een belangrijk deel intact is. Waar komen de grammaticale stoornissen dan vandaan? Sinds begin jaren tachtig heeft een aantal onderzoekers een verband gelegd tussen afatische taalstoornissen en een pathologisch *capaciteitstekort* (bijv. Caplan & Hildebrandt, 1988; Kolk & Van Grunsven, 1985; Miyake, Carpenter, & Just, 1994). Maar wat is "capaciteit"? Salthouse (1988) rangschikt de in de literatuur over veroudering gehanteerde capaciteitstheoriën onder drie globale metaforen: ruimte, tijd, en energie. Ook benaderingen van grammaticale stoornissen laten zich op een dergelijke wijze classificeren. Zo kan men bij de metafoor van "ruimte" denken aan een buffer (bijv. Caplan & Hildebrandt), waarin delen van een te verwerken zin tijdelijk worden opgeslagen. Hoe complexer de zin, hoe groter het beroep dat gedaan wordt op de buffer. Bij een tekort aan ruimte in de buffer zal het niet lukken zo'n zin te begrijpen. Bij de metafoor van "tijd" kan men denken aan het theoretische begrip "temporele synchronie" (Hagoort, 1990; Kolk, 1995; Kolk & Van Grunsven, 1985). Volgens deze benadering is een vereiste voor het begrijpen van een zin dat zinsdelen die met elkaar geïntegreerd moeten worden gelijktijdig "bovendrempelig" zijn. Bij een te langzame activatie of een te snel verval van een van die zinsdelen mislukt de integratie (zie bijv. Haarmann & Kolk, 1991, voor een computersimulatie die laat zien hoe synchronie afneemt met toenemende zinscomplexiteit). Bij de metafoor van "energie" kan men denken aan het begrip "verbaal werkgeheugen" (Just & Carpenter, 1992; Miyake, Carpenter, & Just, 1994), een werkgeheugen dat specifiek is voor talige verwerking. Waarom zou men een geheugen zien als een vorm van energie en niet als ruimte? Omdat in de benadering van Just en Carpenter (1992) opslag en verwerking gebruik maken van dezelfde "energie". Dezelfde activatie-eenheden die gebruikt worden om informatie op te slaan in het werkgeheugen worden gebruikt om bewerkingen uit te voeren met die informatie. Opslag en verwerking maken gebruik van dezelfde activatie-eenheden, die geput worden uit één bron van activatie. Complexe zinnen vereisen meer activatie-eenheden en zullen slechter begrepen worden bij een tekort daaraan. Samenvattend, capaciteitstheoriën kunnen op aannemelijke wijze verklaren waarom complexe zinnen moeilijk te begrijpen of te produceren zijn: complexe zinnen vereisen meer ruimte dan beschikbaar is in een geheugenbuffer, doen een te groot beroep op het verbaal werkgeheugen, of doen een te groot beroep op synchronie van zinsdelen.

Indien we aannemen dat afasiepatiënten een capaciteitstekort hebben, dan blijft de vraag om wat voor capaciteit het gaat. Aangezien de problemen met Broca afatici zich voornamelijk manifesteren in de syntaxis, ligt het voor de hand aan te nemen dat zij een stoornis hebben in een specifiek syntactische capaciteit.¹ Inderdaad worden dergelijke specifieke capaciteitstekorten verondersteld, bijvoorbeeld door Caplan en Hildebrandt (1988), Caplan en Waters (1995), en door Martin, Shelton, en Yaffee (1994). Anderzijds veronderstellen Miyake, Carpenter, en Just (1994), en Vos, Kolk, Gunter, en Mulder (1996) een meer algemene taalcapaciteit, die

¹ Of een morfologische/syntactische capaciteit.

betrekking heeft op zowel syntaxis als op semantiek. Bijvoorbeeld, Vos et al. (1996) rapporteren een ERP-studie waarin het effect van syntactische schendingen werd bestudeerd. Al eerder was gebleken dat zinnen met een schending bepaalde elektrofysiologische componenten in de hersenen eliciteren, waaronder de P600 (Osterhout & Holcomb, 1992). Vos et al. (1996) vroegen zich af of het tegelijkertijd onthouden van een aantal woorden (een "geheugenlast") het optreden van deze component zou beïnvloeden. Een algemene capaciteitshypothese voorspelt zo'n beïnvloeding, omdat de geheugenlast en de syntactische verwerking putten uit dezelfde capaciteit. Een specifieke capaciteitshypothese echter voorspelt geen effect, omdat de geheugenlast en syntactische verwerking uit verschillende capaciteiten putten. In overeenstemming met de algemene capaciteitshypothese bleek er een significante vertraging op te treden in de onset van de P600.

Het meeste onderzoek binnen de capaciteitsbenadering heeft zich op taalbegrip gericht. In dit artikel wordt het relatief onontgonnen gebied van taalproductie betreden. Het artikel bestaat uit twee delen. In het eerste deel wordt aangetoond dat gereduceerde syntactische verscheidenheid bij Broca's afasie gekarakteriseerd kan worden als het gevolg van een capaciteitstekort voor zinsproductie. In het tweede deel wordt het idee van een algemeen capaciteitstekort experimenteel ondersteund.

Gereduceerde capaciteit en afatische taalproductie

De theorie van een gereduceerde capaciteit leidt tot een toetsbare voorspelling. Indien men er voor zorgt dat de beschikbaarheid van een syntactische structuur tijdelijk wordt verhoogd, worden de gevolgen van het capaciteitstekort opgeheven. Het zou dan mogelijk moeten zijn relatief complexe zinnen aan Broca afatici te ontlokken. Men kan hierbij denken aan een activatiemetafoor: indien het mogelijk is de activatie van de representatie van een syntactische structuur te verhogen, dan kan deze representatie eerder bovendrempelig gemaakt worden.

Beschikbaarheid van zinsstructuur vergroten

Is het echter mogelijk om de beschikbaarheid van een syntactische structuur te vergroten? Dit is het geval. Kempen (1997) meldde dat sprekers die steeds soortgelijke situaties moeten beschrijven ("een grote, zwarte driehoek") steeds dezelfde syntactische structuren gebruiken. Het was echter onduidelijk waaraan dat herhaaldelijk gebruik van een syntactische structuur lag. Het zou een syntactisch effect kunnen zijn, maar mogelijk ook werd een conceptuele, lexicale of prosodische representatie geprimed. Bock en collega's (Bock, 1989; Bock & Loebell, 1990) sloten een aantal verklaringen uit die het fenomeen toeschrijven aan het herhalen van thematische rollen, herhalen van lexicale inhoud of prosodische factoren. Het enige wat over leek te blijven was een herhaling van de syntactische structuur. Met andere woorden, de beschikbaarheid van syntactische structuur kan, met een zinsprimingtaak, vergroot worden.

De door Bock en collega's gebruikte taak is een gecombineerde zinsherhaal / plaatjesbeschrijvingstaak, waarbij de proefpersoon in de waan wordt gebracht dat het om een geheugenexperiment gaat. Experimentele trials bestaan uit een zin die de proefpersonen moeten herhalen (de "primezin") en een doelplaatje dat met één zin beschreven moet worden. Een adequate beschrijving van de doelplaatjes vereist een zin die dezelfde syntactische structuur heeft als de primezin of een syntactisch alternatief. Bijvoorbeeld, de afbeelding aan de linkerkant van Figuur 1 kan met een actief transitieve zin beschreven worden ("de knuppel slaat de bal") ofwel met de passieve pendant ("de bal wordt geslagen door de knuppel"). De variabele die wordt gemanipuleerd is de structuur van de primezin. Bock's experimenten lieten zien dat de syntactische structuur van de primezin een determinant is van de manier waarop het plaatje beschreven wordt. De frequentie van een bepaalde syntactische structuur was het hoogst in die conditie waar de primezin dezelfde structuur had. Dit gold zowel voor transitieve als voor datieve zinnen (Engelse equivalenten van "de jongen geeft een armband aan zijn vriendinnetje" / "de jongen geeft zijn vriendinnetje een armband"). In Figuur 1 wordt de procedure met transitieve zinnen (linkerkant) en datieve zinnen (rechterkant) nog eens samengevat.

Transitieven

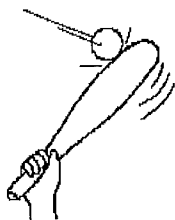
Proefpersoon hoort en herhaalt:

"De leeuw beschermt de welpen"

of

"De welpen worden beschermd door de leeuw"

Proefpersoon ziet:...



...en beschrijft:

De knuppel slaat de bal

of

De bal wordt geslagen door de knuppel

Datieven

Proefpersoon hoort en herhaalt:

"De bakker verkoopt de dame een brood"

of

"De bakker verkoopt een brood aan de dame"

Proefpersoon ziet:...



...en beschrijft:

Het meisje geeft de hond een bot

of

Het meisje geeft een bot aan de hond

Fig. 1. Experimentele procedure van de zinsprimingtaak.

De experimenten van Bock en collega's zijn in het Nederlands herhaald door Hartsuiker en Kolk (zie Hartsuiker, 1996). Zij repliceerden het effect met datieve zinnen en vonden ook effecten met een niet eerder geteste datieve structuur ("de jongen geeft aan zijn vriendin een mooie nieuwe armband") en met locatieven ("de bal ligt op de tafel", "op de tafel ligt een bal"). Merkwaardig genoeg wisten zij het effect met transitieven niet te herhalen in het Nederlands.

De experimenten met gezonde taalgebruikers laten zien dat het mogelijk is de beschikbaarheid van zinsstructuur te verhogen door priming. Zou dit ook lukken bij Broca afatici? Deze vraag is vooral interessant, omdat sommige zinstypen moeilijker zijn dan anderen. Ruwweg: de actief-transitieve zin is eenvoudig, de datieve zin is moeilijker, en de passief-transitieve zin is nog moeilijker (bijv. Caplan, Baker, & Dehaut, 1985; Kolk & van Grunsvan, 1985; zie Miyake et al. (1994) voor een overzicht van 12 gepubliceerde studies waarin het effect van zinscomplexiteit op afatisch begrip bestudeerd werd). Zouden we er in slagen om met behulp van zinspriming complexere zinstypen uit te lokken bij Broca afatici?

Zinspriming bij Broca afasiepatiënten

Hartsuiker en Kolk (1996) pasten de zinsprimingtaak toe bij 12 patiënten met een afasie van Broca en 12 leeftijdsgematchede controleproefpersonen. De voorspelling was dat de tijdelijk verhoogde beschikbaarheid van complexere zinstypen (zoals passieven), ten gevolge van priming leidt tot het uitlokken van deze zinnen bij Broca-patiënten. Een belangrijke overweging is echter dat de zinstypen die door afasiepatiënten geproduceerd worden, ook afhangen van aanpassing aan de stoornis (Kolk & Van Grunsvan, 1985). Dat maakt het denkbaar dat bij een onderzoek naar het syntactische repertoire van Broca-patiënten hun vaardigheid onderschat wordt: zij zouden constructies die veel moeite kosten vermijden. Verder is het denkbaar dat eventuele effecten in een zinsprimingtaak toegeschreven moeten worden aan taakstrategieën in plaats van aan een automatisch, facilitair primingeffect. Om rekening te houden met deze overwegingen onderzochten Hartsuiker & Kolk de frequentie van doelstructuren in spontane spraak, in plaatjes beschrijving zonder priming (de baseline conditie) en in geprimede plaatjes beschrijving. Bovendien varieerden ze taakvereisten. In de eerste sessie verhulden ze de taak als een geheugentaak, waardoor ze de aandacht hoopten af te leiden van zinsproductie. In de tweede sessie werd het experiment niet langer als geheugentaak gepresenteerd. Proefpersonen moesten zinnen herhalen en plaatjes beschrijven, maar de ware aard van het experiment werd niet onthuld. In de laatste sessie gaven zij de deelnemers expliciete instructies om de syntactische vorm van de primezin opnieuw te gebruiken. Indien men in staat is dit op verzoek van de experimentator te doen, is het mogelijk dat dit in eerdere sessies als strategie gebeurde. Indien een dergelijke strategie een rol speelt, kan men in de latere sessies meer "priming" verwachten.

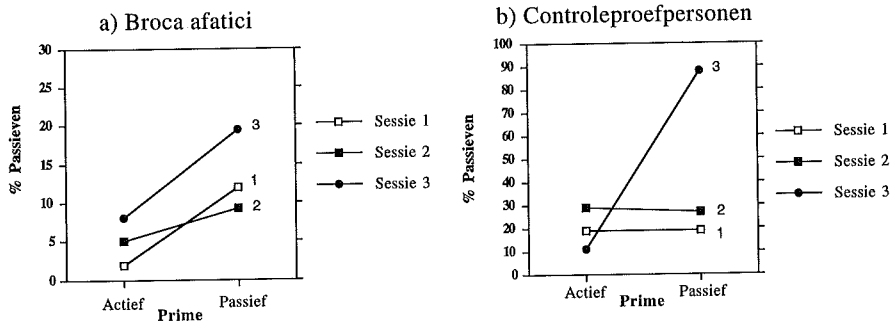


Fig. 2. Primingresultaten met passieven voor Broca afatici en controleproefpersonen. Proportie (volledige) passieven van totaal aantal plaatjesbeschrijvingen na actieve en passieve primes.

Resultaten en discussie

De resultaten van het experiment waren duidelijk. Ten eerste is de frequentie van passieven buitengewoon laag in spontane spraak en in de baseline conditie voor de Broca afatici, maar neemt deze frequentie belangrijk toe in de experimentele condities. In spontane spraak vertoonde slechts een van de 12 afasiepatiënten enkele passieve uitingen (bij scores volgens een soepel criterium: alleen het hulpwoord "worden" en een voltooid deelwoord waren vereist). De meeste normale controleproefpersonen produceerden echter menige passief, ook wanneer de grootte van de steekproef in aantal "narrative words" (zie Saffran, Berndt, & Schwartz, 1989) gelijk werd gemaakt (nl. 239). Een soortgelijke verdeling van passieven werd waargenomen in de baseline condities: slechts een enkele afasiepatiënt produceerde, soms, een passief. Normalen produceerden daarentegen regelmatig passieven.

Zonder priming produceren Broca afatici weinig of geen passieven. Wat gebeurt er in de conditie met passieve zinnen als prime? In die conditie produceerden bijna alle afasiepatiënten passieven. In Figuur 2 is het primingeffect met passieve zinnen afgebeeld.

Figuur 2 laat zien dat er een primingeffect is bij Broca afatici (en niet bij normale controleproefpersonen). Het percentage passieven is steeds hoger in de conditie met passieve primezinnen dan in de conditie met actieve primezinnen. Het effect van primetype (actief of passief) is statistisch significant in de variantie-analyse met aantal passieve responsen als de afhankelijke variabele (Voor meer details zie Hartsuiker en Kolk, in press).² Het is kennelijk mogelijk met de

² Niet alle Broca afatici produceerden passieven (2 van de 12 geteste patiënten produceerden in geen enkele conditie een passieve zin). Kunnen we dan toch van een priming-effect spreken? Dat kunnen we in ieder geval op groepsniveau, want er was een statistisch significant effect in de toets met proefpersonen als random factor. Merk verder op dat het aantal waarnemingen vrij klein was. Het is goed denkbaar dat we wel degelijk passieven hadden geobserveerd bij de overgebleven 2 patiënten indien er een groter aantal waarnemingen zou zijn geweest.

zinsprimingtaak passieven uit te lokken bij de meeste van de geteste Broca afatici.

Maar is dit een strategisch effect? Dat is niet het geval, want Broca afatici vertonen geen effect van taakinstructie (in tegenstelling tot de normalen, zie Figuur 2). Bij de Broca afatici is er geen statistisch significant verschil tussen de verschillende sessies en er is ook geen interactie tussen sessie en conditie. De Broca afatici zijn dus niet in staat om op verzoek van de experimentator vaker de zojuist gehoorde structuur te gebruiken (Sessie 3). Dat maakt het onwaarschijnlijk dat het primingeffect in Sessies 1 en 2 een gevolg was van een strategie om de vorige structuur opnieuw te gebruiken.

De resultaten stemmen dus overeen met de voorspelling: het capaciteitstekort kan tijdelijk worden opgeheven door priming. Dit leidt tot het ontlocken van relatief complexe zinnen aan Broca afatici.

Is er een specifieke capaciteit voor syntaxis?

Is er een specifieke capaciteit voor syntactische verwerking of is er een specifieke taalcapaciteit? De meningen hierover zijn verdeeld: Evidentie voor specifieke capaciteiten (voor fonologische, syntactische, en semantische verwerking) werd gerapporteerd door Caplan en Waters (1995), en door Martin et al. (1994). Evidentie voor een algemene taalcapaciteit werd gerapporteerd door Miyake et al. (1994), en Vos et al. (1996). Experimentele gegevens van Linebarger, Schwartz, en Saffran (1983) kunnen geïnterpreteerd worden als ondersteuning van deze laatste veronderstelling. Deze laatste auteurs rapporteerden data van vier Broca afatici die agrammatisch begrip vertoonden op een zin/plaatje matching taak. Deze patiënten waren echter uitstekend in staat om de grammaticaliteit van zinnen te beoordelen, ook van zinnen die hun begrip te boven gingen. Hoe is deze dissociatie te verklaren? Linebarger et al. gaven twee verklaringen: (1) syntactische analyse verloopt ongestoord, maar het "afbeelden" ("mappen") van syntactische informatie op thematische rollen is gestoord, (2) er is genoeg capaciteit voor syntactische analyse, maar een taak die zowel syntactische analyse als het afbeelden op thematische rollen behoeft, vergt te veel capaciteit (de trade-off hypothese). Hoewel Linebarger et al. in later werk het idee van een mappingstoornis verder hebben uitgewerkt, blijkt de trade-off hypothese een goed alternatief (zie Kolk & Weijs, 1996).

Semantisch/syntactische trade-off bij onderwerp-persoonsvorm congruentie

Zou het mogelijk zijn een dergelijke trade-off te vinden in zinsproductie? Dat vereist een productietaak waarin syntactische met niet-syntactische informatie interageert. Zo'n taak blijkt te bestaan: semantisch getal interageert met syntactisch getal bij de constructie van onderwerp-persoonsvorm congruentie. Om te laten zien dat deze taak relevant is voor het beantwoorden van de vraag hoe specifiek of algemeen de talige capaciteit is, moet ik eerst uitweiden over de constructie van onderwerp-persoonsvorm congruentie.

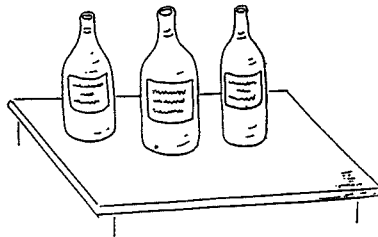
In de meeste talen dient het getal van het onderwerp overeen te stemmen met dat van de persoonsvorm. We zeggen *de jongen loopt*, maar *de jongens lopen*. Hoewel het construeren van getalsovereenstemming meestal foutloos verloopt bij normale sprekers, treden er soms fouten op. Bock en Miller (1991) waren de eersten die congruentiefouten experimenteel uitlokten. Zij gebruikten een taak waarbij de proefpersoon zinsfragmenten moet herhalen en afmaken. Een voorbeeld van zo'n zinsfragment is "De koning van de eilanden". De proefpersoon zegt dan bijvoorbeeld: "De koning van de eilanden was rijk". Dit leidt op natuurlijke wijze tot productie van een werkwoord en het aantal werkwoorden met het verkeerde getal is de afhankelijke variabele. Vigliocco, Hartsuiker, Jarema, & Kolk (1996) onderzochten de invloed van "conceptueel" getal op het voorkomen

a) De baby op de dekens



Het etiket op de flessen

b)



c)

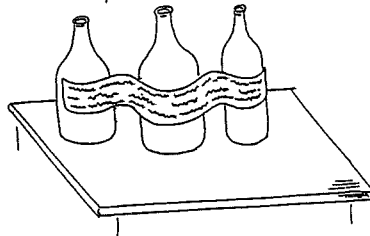


Fig. 3. Het verschil tussen niet-gedistribueerde complexe naamwoordsgroepen "de baby op de dekens" (a) en gedistribueerde naamwoordsgroepen "het etiket op de flessen" (b, c). Een gedistribueerde naamwoordsgroep stemt alleen dan overeen met onze kennis van de wereld, indien er meerdere exemplaren zijn van het "head" naamwoord (b). Het alternatief is een absurde interpretatie als (c).

van congruentiefouten. Zij boden proefpersonen zinsfragmenten aan die al of niet een “gedistribueerde” lezing hebben. Neem een fragment als “het etiket op de flessen”. We moeten aannemen dat het hier gaat om een aantal etiketten, ook al is het woord “etiket” enkelvoudig. Op elke fles zit een exemplaar van het etiket, dus zijn er meerdere exemplaren (Zie Figuur 3).

Er is nu een conflict: Het *grammaticale* getal van “etiket” is enkelvoudig, maar het *conceptuele* getal is meervoudig. Als dit conflict invloed heeft op de constructie van onderwerp-persoonsvorm congruentie, verwachten we dat het werkwoord soms in getal overeenstemt met het conceptuele getal van het onderwerp. Vigliocco et al. lieten inderdaad zien dat gezonde sprekers van het Nederlands en het Frans significant meer congruentiefouten maakten bij zinnen met een gedistribueerde lezing dan bij zinnen zonder zo'n lezing.

Wat voor mechanisme is verantwoordelijk voor het tot stand brengen van onderwerp-persoonsvorm congruentie en hoe past het distributiviteitseffect daarin? Bock en Miller (1991) namen aan dat congruentie geproduceerd wordt door een mechanisme van “feature copying”. Het kenmerk (feature) “meervoud” zou gekopieerd worden van een bronelement (het grammaticale onderwerp) naar het doelelement (het werkwoord). Echter, een dergelijk mechanisme staat geen semantische invloed toe – wanneer het onderwerp het juiste getalskenmerk heeft, wordt dat kenmerk onafhankelijk van semantische informatie naar zijn bestemming gekopieerd.

Waar komt het distributiviteitseffect dan vandaan? Vigliocco, Butterworth, en Semenza (1995) stelden een aanpassing aan de theorie voor. Zij namen aan dat zowel het werkwoord als het onderwerpsnaamwoord rechtstreeks een getalskenmerk verkrijgt vanuit de conceptuele representatie. Het tot stand brengen van congruentie zou dan een mechanisme van verificatie zijn dat nagaat of beide getalskenmerken compatibel zijn (voor een computationeel model dat op dergelijke wijze zinnen genereert zie De Smedt, 1990). Met andere woorden, bij onderwerp-persoonsvorm congruentie gebruikt de spreker alle conceptuele informatie die hij kan krijgen, niet slechts die informatie die hij nodig heeft. Dat vereist dat het conceptuele getal vastgehouden wordt, totdat de formulering van het werkwoord afgerond is.

We beschikken nu dus over een taak waarbij in gezonde sprekers zowel syntactische als conceptuele aspecten een rol spelen. Wat is echter de consequentie wanneer beide aspecten uit dezelfde capaciteit putten, en deze capaciteit beperkt is?

De consequentie van een capaciteitstekort

De theorie van een algemene taalcapaciteit, die gebruikt wordt voor zowel syntactische als semantische verwerking, voorspelt dat de afasiepatiënten (in tegenstelling tot de controleproefpersonen) ongevoelig zijn voor conceptueel getal. Dit komt omdat de Broca afasiepatiënten te weinig capaciteit hebben om beide getalskenmerken beschikbaar te maken. Daarom wordt slechts het getalskenmerk van het onderwerpsnaamwoord gebruikt. Wanneer het mechanisme vervol-

gens verifieert of de kenmerken van werkwoord en naamwoord compatibel zijn, zal dit het geval zijn, want het werkwoord is nog ongespecificeerd voor getal. Daarom krijgt het werkwoord het (juiste) getalskenmerk. De assumptie is dus, met andere woorden, dat de afasiepatiënt slechts die conceptuele informatie oproept die hij nodig heeft, niet alle informatie die aanwezig is.

De theorie van een syntax-specifieke capaciteit doet echter een andere voorspelling. Een tekort aan syntax-specifieke capaciteit zou er toe leiden dat de proefpersoon het getal van het grammaticaal onderwerp niet lang genoeg actief kan houden. Dit leidt tot interferentie van het getal van het "lokaal" naamwoord (het naamwoord dat direct voorafgaat aan het werkwoord). Een gevolg van die interferentie zou een verhoogd "aantrekkingseffect" zijn, d.w.z. veel meer fouten dan normale sprekers in alle condities waarbij getal van onderwerpsnaamwoord en lokaal naamwoord verschillen.³ Een andere voorspelling die volgt uit de theorie van een syntax-specifieke capaciteit is dat er zo weinig capaciteit voorhanden is om het getal van het onderwerp actief te houden, dat alleen de semantische representatie gebruikt wordt bij het bepalen van het getal van het werkwoord. In dat geval zou je een extreem effect van distributiviteit verwachten.

Resultaten en discussie

De distributiviteitstest werd afgenomen bij acht Broca afatici en bij 12 oudere controleproefpersonen (voor details zie Hartsuiker, 1996). De resultaten zijn in overeenstemming met de voorspelling van de specifieke capaciteit. Controleproefpersonen vertonen een significant distributiviteitseffect, terwijl Broca afatici dat niet doen. In Figuur 4 is het distributiviteitseffect uitgezet voor iedere individuele proefpersoon. Bij de afasiepatiënten varieert het effect rond de 0, terwijl de grote meerderheid van de controleproefpersonen een positief effect vertoont. Het feit dat niet alle controleproefpersonen een positief effect hebben, en niet alle afatici een nuleffect kan worden toegeschreven aan ruis, inherent aan het meten van foutfrequenties in verschillende taakcondities.

De voorspelling van de syntax-specifieke capaciteit werd niet bevestigd. Beide groepen vertonen, in ongeveer even sterke mate, het "aantrekkingseffect", d.w.z. in de conditie met een meervoudig lokaal naamwoord worden meer fouten gemaakt dan in de conditie met een enkelvoudig lokaal naamwoord.

Een mogelijke tegenwerping is dat de afasiepatiënten infinitieven produceerden, die in het Nederlands immers niet te onderscheiden zijn van meervoudige werkwoorden in de tegenwoordige tijd. Mijn data kunnen die alternatieve verklaring niet uitsluiten, maar hij lijkt me niet plausibel. In dat geval zou je namelijk woordvolgordeveranderingen verwachten, zodat de infinitief op het eind van

³ Een anonieme reviewer merkte op dat een extreem aantrekkingseffect ook zou optreden wanneer patiënten niet in staat zijn te onderscheiden wat hoofd en wat bepaling is in de complexe onderwerpsNP. Dat is waar, maar dan verwacht je dat ook in zinnen met een meervoudig hoofd en enkelvoudig lokaal naamwoord fouten zouden optreden. Dergelijke zinnen kwamen in mijn experiment voor als "fillers", maar ze eliceerden zeer weinig fouten.

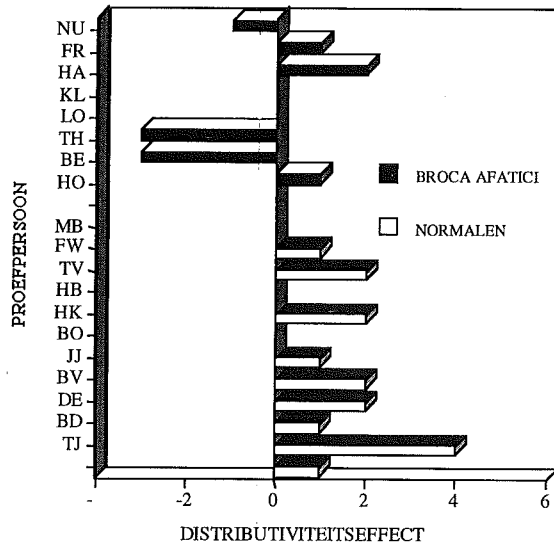


Fig. 4. Individuele scores van het distributiviteitseffect, in absolute aantallen fouten. Multiple token effect (Multiple token conditie minus de bijbehorende controleconditie) minus Single token effect (Single token conditie minus de bijbehorende controleconditie). In de controleconditie is er een getalsmatch tussen onderwerp en lokaal naamwoord. Als in de figuur geen balk staat, is het effect 0.

de zin komt ("het etiket op de flessen groen zijn"). Dergelijke constructies kwamen niet voor. Definitief uitsluitel zou echter een replicatie van het experiment kunnen geven, maar dan met de instructie om de zinnen af te maken in de verleden tijd.

Samenvattend, consistent met de hypothese van een algemeen capaciteitstekort, blijkt er een trade-off te zijn in een taak die zowel conceptuele als syntactische aspecten heeft. Dit suggereert dat Broca afatici een tekort hebben aan talige capaciteit, en dat deze capaciteit niet specifiek voor syntaxis is. Bij deze laatste interpretatie moet wel de nodige voorzichtigheid betracht worden: het congruentie-experiment was de eerste poging om de specificiteitsvraag in zinsproductie te beantwoorden. Replicatie van het huidige experiment en uitsluiting van eventuele andere verklaringen zijn noodzakelijk voordat we definitief kunnen concluderen dat de capaciteit inderdaad aspecifiek is. Onze resultaten wijzen echter wel in die richting.

Discussie

De hier gerapporteerde onderzoeksresultaten ondersteunen de theorie van een verminderde verwerkingscapaciteit bij Broca afatici. Verder zijn de data consistent met de gedachte dat de beperking in de verwerkingscapaciteit aspecifiek is.

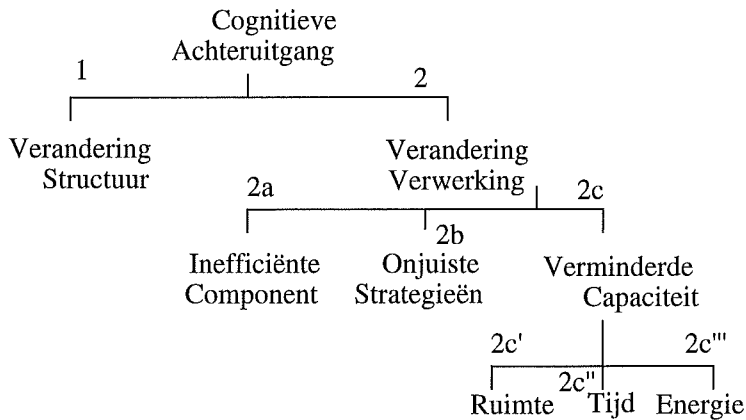


Fig. 5. Taxonomie van theorieën over cognitieve achteruitgang bij veroudering (naar Salthouse, 1988).

Zijn er andere theorieën denkbaar, die hetzelfde voorspellen? Om met een dergelijk bezwaar af te rekenen is het zinvol om een uitstapje te maken naar het domein van veroudering. Salthouse (1988) bespreekt een taxonomie van verklaringen voor verminderde cognitieve prestaties bij toenemende ouderdom. De taxonomie is weergegeven in Figuur 5.

De taxonomie begint met een tweedeling: (1) verandering van de structuur van het cognitieve systeem of (2) verandering in kwaliteit van verwerking. "Verwerkingsverklaringen" vallen weer uiteen in drie delen: (2a) verminderde efficiëntie van specifieke componenten, (2b) onjuist gebruik van strategieën, (2c) vermindering van verwerkingscapaciteit. Tenslotte blijken er drie metaforen voor "capaciteit" te zijn: (2c') ruimte, (2c'') tijd, (2c''') energie.

Men kan verklaringen van agrammatisme in dezelfde hiërarchie afbeelden (Hartsuiker, 1996). Zo komt het onderscheid tussen (1) en (2) overeen met het onderscheid tussen verlies van grammaticale kennis enerzijds en verwerkingsproblemen anderzijds. Onze resultaten pleiten tegen een verlieshypothese (de complexe syntaxis van een passieve zin is niet "verloren", maar kan, door priming, beschikbaar gemaakt worden). Binnen de "tak" van de verwerkingsverklaringen, kan men verminderde efficiëntie van een specifieke component (2a) beschouwen als een verminderde specifieke capaciteit. Onze data pleiten juist voor een aspecifieke component. Kan agrammatisme beschouwd worden als het overmatig of onjuist gebruik van een strategie (2b)? Volgens Kolk & Van Grunsven (1985) is er inderdaad een strategische component aan agrammatische taalproductie (bijv. overmatig gebruik van ellipsis). In onze zinsprimingexperimenten werd de frequentie van complexe zinnen (passieven) niet beïnvloed door manipulaties die strategieën moesten induceren, maar wel door automatische priming.

geffecten. Dat resultaat is niet strijdig met strategieverklaringen, maar laat wel zien dat een strategieverklaring aangevuld moet worden met een verklaring van een onderliggende stoornis, die strategische aanpassing noodzakelijk maakt (Kolk & Van Grunsven, 1985).

Wat blijft er over? Een onderliggende stoornis in termen van een gelimiteerde capaciteit (2c). Er zijn drie soorten capaciteit genoemd. Onze gegevens zijn moeilijk te rijmen met een gelimiteerde ruimte (2c'), want het lijkt niet plausibel dat priming een effect heeft op een ruimte. Primingeffecten laten zich makkelijk modelleren in energetische termen (verhoging van activatieniveau) of temporele termen (eerder overschrijden van drempelwaarde), maar moeilijk in spatiële termen (verhoging van aantal posities in buffer). Onze resultaten laten dus nog twee soorten capaciteitslimitatie open: een limitatie van tijd (2c'') of van mentale energie (2c'''). Merk op dat die verklaringen sterk verwant zijn: een te geringe mentale energie zou leiden tot een te laat beschikbaar komen en te vroeg verval van mentale representaties (Haarmann, 1993).

Onze gegevens zijn in zoverre "dwingend" dat ze de theorie van een (aspecifieke) limitatie in verwerkingscapaciteit in termen van tijd/energie ondersteunen, maar een heel spectrum van andere theorieën niet ondersteunen. Toch blijven er vragen onbeantwoord. Verder onderzoek zou zich dan ook op een aantal aspecten kunnen concentreren: (1) in hoeverre maken zinsbegrip en zinsproductie gebruik van dezelfde capaciteit? (2) kan zinsbegrip bij Broca afatici verbeterd worden met behulp van priming? (3) maakt fonologische verwerking gebruik van dezelfde specifieke capaciteit als syntactische en semantische verwerking?

Summary

Two studies are reported which show that agrammatic sentence production can be characterized as the consequence of a resource limitation. Having too few mental resources (mental energy, synchrony) results in difficulties with the production of complex sentences. However, this limitation can temporarily be overcome in a sentence priming task. With that task, relatively complex sentences (i.e., passives) can be elicited from Broca's aphasics. The results of another study suggest that this limitation is an aspecific capacity for syntactic as well as for semantic processing. Evidence follows from interactions between syntax and semantics in the construction of subject-verb agreement. Normal speakers show such interactions, but Broca's aphasics do not: they lack the necessary processing capacity. In the discussion, it is shown that the theory of a capacity limitation is supported, but a range of alternative theories are not.

Literatuur

- Berndt, R.S., Mitchum, C.C., & Haendiges, A.H. (1996). Comprehension of reversible sentences in "agrammatism": A meta-analysis. *Cognition*, 58, 289-308.
- Bock, J.K. (1989). Closed-class immanence in sentence production. *Cognition*, 31, 163-186.

- Bock, J.K., & Loebell, H. (1990). Framing sentences. *Cognition*, 35, 1-39.
- Bock, J.K., & Miller, C.A. (1991). Broken agreement. *Cognitive Psychology*, 23, 45-93.
- Caplan, D., Baker, C., & Dehaut, F. (1985). Syntactic determinants of sentence comprehension in aphasia. *Cognition*, 21, 117-175.
- Caplan, D., & Hildebrandt, N. (1988). *Disorders of syntactic comprehension*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Caplan, D., & Waters, G.S. (1995). Aphasic disorders of syntactic comprehension and working memory capacity. *Cognitive Neuropsychology*, 12, 637-649.
- De Smedt, K.J. (1990). IPF: An incremental parallel formulator. In R. Dale, C. Mellish, & M. Zock (Eds.), *Current research in natural language generation* (pp. 167-192). London: Academic Press.
- Haarmann, H.J. (1993). *Agrammatic aphasia as a timing deficit*. Doctoral dissertation, University of Nijmegen.
- 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, 49-87.
- Hagoort, P. (1990). *Tracking the time course of language understanding in aphasia*. Zutphen, The Netherlands: Koninklijke Wöhrmann.
- Hartsuiker, R.J. (1996). *Sentence production in normals and Broca's aphasics: Stages and resources*. Doctoral dissertation, University of Nijmegen.
- Hartsuiker, R.J., & Kolk, H.H.J. (1996). Syntactic facilitation in agrammatic sentence production. *Brain and Language*, 55, 11-14 (abstract).
- Hartsuiker, R.J., & Kolk, H.H.J. (in press). Syntactic facilitation in agrammatic sentence production. *Brain and Language*.
- Just, M.A., & Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Kempen, G. (1977). Conceptualizing and formulating in sentence production. In S. Rosenbaum (Ed.), *Sentence production: Developments in research and theory* (pp. 259-274). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kolk, H.H.J. (1995). A time-based approach to agrammatic production. *Brain and Language*, 50, 282-303.
- Kolk, H.H.J., & Heeschen, C. (1992). Agrammatism, paragrammatism, and the management of language. *Language and Cognitive Processes*, 7, 89-129.
- Kolk, H.H.J., & Van Grunsven, M.J.F. (1985). Agrammatism as a variable phenomenon. *Cognitive Neuropsychology*, 2, 347-384.
- Kolk, H.H.J., & Weijts, M. (1996). Judgments of semantic anomaly in agrammatic patients: Argument movement, syntactic complexity, and the use of heuristics. *Brain and Language*, 54, 86-135.
- Linebarger, M.C., Schwartz, M.F., & Saffran, E.M. (1983). Sensitivity to grammatical structure in so-called agrammatic aphasics. *Cognition*, 13, 361-392.
- Martin, R., Shelton, J.R., & Yaffee, L.S. (1994). Language processing and working memory: Neuropsychological evidence for separate phonological and semantic capacities. *Journal of Memory and Language*, 33, 83-111.
- Miyake, A., Carpenter, P.A., & Just, M.A. (1994). A capacity approach to syntactic comprehension disorders: Making normal adults perform like aphasic patients. *Cognitive Neuropsychology*, 11, 671-717.
- Oosterhout, L., & Holcomb, P.J. (1992). Event-related potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31, 785-806.
- Saffran, E.M., Berndt, R., & Schwartz, M.F. (1989). The quantitative analysis of agrammatic production: Procedure and data. *Brain and Language*, 37, 440-479.
- Salthouse, T.A. (1988). Resource-reduction interpretations of cognitive aging. *Developmental Review*, 8, 238-272.

- Vigliocco, G., Butterworth, B., & Semenza, C. (1995). Constructing subject-verb agreement in speech: The role of semantic and morphological factors. *Journal of Memory and Language*, 34, 186-215.
- Vigliocco, G., Hartsuiker, R.J., Jarema, G., & Kolk, H.H.J. (1996). One or more labels on the bottles? Notional concord in Dutch and French. *Language and Cognitive Processes*, 11, 407-442.
- Vos, S., Kolk, H., Gunter, T., & Mulder, G. (1996). Is there a capacity, specific for syntactic processing? *Brain and Language*, 55, 92-95 (Abstract).