

Waar komen gesproken woorden vandaan?

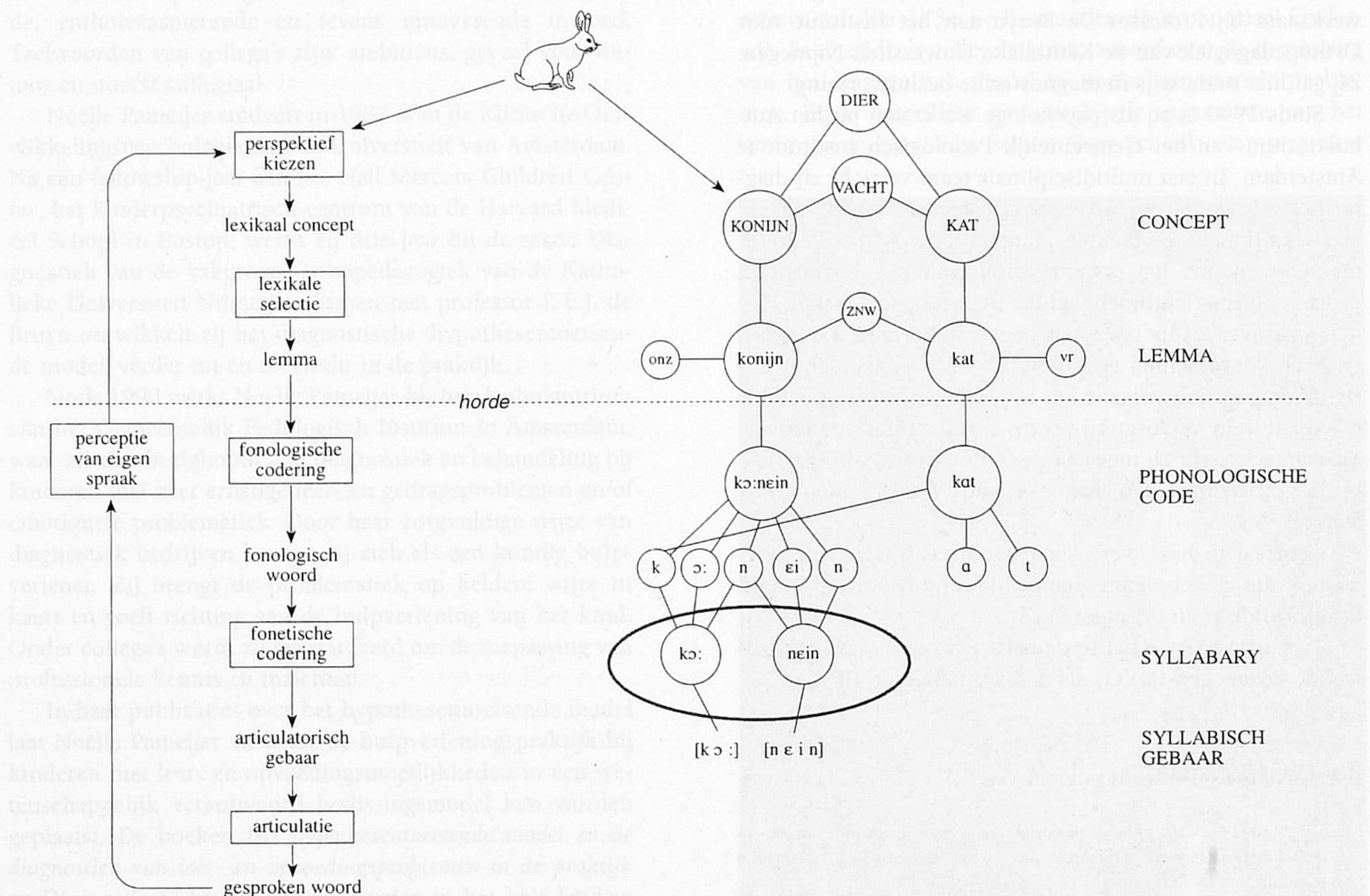
Willem J.M. Levelt

De onderstaande tekst werd door Pim Levelt uitgesproken op 31 oktober 1996 tijdens het Psychologencongres in Maastricht, bij de aanvaarding van de Heymansonderscheiding (senior) voor bijzondere wetenschappelijke verdiensten voor de psychologie.

Mensen zijn dol op praten. De meesten van ons, en vooral psychologen, brengen daar de dag mee door. En als we niet met anderen aan het praten zijn, dan doen we het wel met onszelf. Zelfs in onze dromen nog wordt er heel wat afgebabbeld. Waar komt die stortvloed van woorden vandaan? Op die vraag zijn minstens vier soorten antwoorden te geven, afhankelijk van het gekozen perspectief. Daar is, in de eerste plaats, de fylogenetische benadering. Hoe is dat gepraat ontstaan in de menselijke evolutie? Zelfs onze meest naaste bloedverwanten, de bonobo's, wisselen nooit enig woord met elkaar. Waarom zijn wij, *homo sapiens*, rabiate verhalenvertellers geworden en zij niet? De tweede benadering is een ontogenetische. Kinderen worden gebo-

ren als *infantes*, sprakeloos. Maar ze lopen nog niet of het gebabbel begint. Waar komen die woorden opeens allemaal vandaan? De derde manier om de vraag te beantwoorden is door naar binnen te kijken in het menselijk brein wanneer het bezig is woorden te genereren. Dat is tegenwoordig tot op zekere hoogte mogelijk. De vierde benadering ten slotte, is de klassiek cognitief-psychologische, of als u wilt de microgenetische. Kunnen we het psychologische proces dat leidt tot het uitspreken van een woord in een procesmodel vangen en het experimenteel toetsen?

In een ideale wereld zouden deze vier benaderingen een grote samenhang moeten vertonen. Maar zover zijn we in de verste verte nog niet. Het is nog een vrij jachtgebied. In



Figuur 1. Het genereren van gesproken inhoudswoorden. Links het theoretische schema. Rechts een fragment van het lexicale netwerk

het volgende wil ik een paar mogelijke samenhangen schetsen. Ik begin bij het psychologische procesmodel. Niet alleen omdat ik dat het beste begrijp, maar vooral omdat een degelijk procesmodel het beste werktuig is bij de exploratie van neuropsychologische, ontogenetische en zelfs fylogenetische vragen.

Microgenese

Niets doen wij zo razend vlug als praten. Met twee woorden per seconde gaat het nog rustig aan. Maar als het nodig is, zoals bij het verslaan van een voetbalmatch, krijgen we er wel vijf per seconde uit. Dat betekent dat we binnen een seconde tien tot zelfs wel twintig spraakklanken, klinkers en medeklinkers, kunnen produceren – en daar is een honderdtal spieren bij betrokken. We weten uit experimenten dat woorden in zinnen dakpansgewijs worden geproduceerd. Wanneer ik zeg *de stoel naast de tafel*, dan wordt er al aan het woord *tafel* gewerkt voor je begint *stoel* uit te spreken (Meyer, 1996). Hoe lang werk je aan een woord? Een klassieke manier om dat te meten is door een proefpersoon plaatjes te laten benoemen. Laat de proefpersoon een plaatje van een konijn zien, en meet de tijd tot de articulatie van het woord *konijn* begint. Dat is zo'n 700 milliseconden gemiddeld. Wat gebeurt er allemaal in die tijd? Onze onderzoeksgroep in het Max-Planck-Instituut heeft het laatste decennium nauwelijks wat anders gedaan dan dat uitzoeken. De theorie die we, in interactie met veel anderen, hebben ontwikkeld is weergegeven in Figuur 1. De essentie ervan is dat de spreker in die 700 milliseconden een horde neemt.

Hij springt vanuit het betekenisdomein naar het fonologisch-articulatorische domein. De eerste stappen in het proces zijn erop gericht een woord te selecteren dat recht doet aan de intentie van de spreker. Een ding kan altijd op verschillende manieren worden aangeduid. Het hangt van de situatie af welke het meest effectief zal zijn. Dat heet perspectief kiezen. Laten we aannemen dat de spreker bij de hoorder gaat appeleren aan het begrip KONIJN, niet aan DIER of aan PLUIMPJE. Hij haalt nu uit het lexicon het lemma op dat bij het begrip KONIJN hoort. Het lemma is het syntactische woord. Zo is *konijn* een zelfstandig naamwoord, met onzijdig woordgeslacht. Die informatie wordt opgehaald en daarmee is het betekenisgestuurde proces afgesloten. In het door Ardi Roelofs (1992) ontwikkelde computationele model is het lexicon een netwerk waar activatie door spreidt. Een heel klein fragment van dat netwerk is rechts in Figuur 1 weergegeven. Concepten zoals KONIJN zijn knopen in een semantisch netwerk. Actieve knopen spreiden hun activatie door dat netwerk, maar ook verder naar het niveau van lemma's. Het model geeft buitengewoon betrouwbare voorspellingen van de tijd die nodig is om, gegeven een plaatje, een lemma te selecteren.

Nu moet de horde worden genomen naar het fonologisch-articulatorische domein. Daarvoor moet eerst de woordvorm worden opgehaald uit het lexicon, de fonologische code die bij het geselecteerde lemma hoort. In het computermodel wordt dat opnieuw gerealiseerd door activatiespreiding. Die gang naar de woordvorm kan wel eens lastig zijn. Zo hebben we ontdekt dat het precies deze stap is die traag verloopt bij laag-frequente woorden. Een plaatje

van een mand wordt zo'n dertig milliseconden langzamer benoemd dan een plaatje van een mond. Dat komt niet doordat een mand moeilijker wordt herkend of doordat het bijbehorende lemma traag wordt geselecteerd. Het zit hem in het nemen van de horde – dat gaat langzaam bij laag-frequente woorden zoals *mand*. Nog erger is dat je helemaal vast kunt lopen bij die horde. De naam van een kennis, een plant of een stad ligt op het puntje van je tong, maar wil toch niet komen. In *Speaking* heb ik voorspeld dat je dan wel het woordgeslacht van het probleemwoord zou moeten weten. Het syntactische woord, het lemma, is er immers al. Die voorspelling is inmiddels bevestigd door Gabriella Vigliocco (nog ongepubliceerd). En hetzelfde geldt voor een gangbaar type anomie. Zo'n patiënt kan heel slecht plaatjes benoemen, maar weet meestal wel het geslacht van het doelwoord (Badecker et al., 1995).

De fonologische code bestaat onder andere uit segmenten, /k/, /o/, /n/, /ei/, /n/ voor *konijn*. Bij het fonologisch coderen worden die segmenten één voor één tot syllaben aan elkaar geregen. Die syllaben zitten niet in het lexicon, want ze zijn voor een woord steeds weer anders. In *konijn* zit een syllabe /nein/, maar in het meervoud is het /nei/, en die syllabe ontstaat ook als ik zeg *er staat een konijn op het plaatje*. Als de hele syllabificatie klaar is, hebben we een zogenaamde 'fonologisch woord'. Maar hoe komt de spreker vanuit die syllaben tot articulatorische gebaren? Uit ons statistisch onderzoek blijkt dat we met slechts driehonderd verschillende syllaben meer dan tachtig procent van onze spraak genereren. Het ligt dus voor de hand te veronderstellen dat de articulatorische gebaren voor ten minste hoog-frequente syllaben al ergens klaar liggen. Ik heb dat de *mental syllabary* genoemd. Volgens de theorie wordt bij het fonetisch coderen (zie Figuur 1) voor elke hoog-frequente fonologische syllabe die gereedkomt, direct het bijbehorende syllabegebaar opgehaald uit de *syllabary*. En als voor alle syllaben van een fonologisch woord de articulatorische gebaren zijn opgehaald of berekend, kan de articulatie worden ingezet.

Zover, in vogelvlucht, het procesmodel (zie voor een kort overzicht Levelt, 1995). Kan het ons helpen bij het onderzoeken van de ontogenese, neurogenese en fylogenese van woorden?

Ontogenese

De ontogenese van woorden is een spectaculair proces. Een normaal kind in onze cultuur verwerft tussen zijn tweede en tiende jaar zo'n vijf à tien nieuwe woorden per dag. Die woorden komen weliswaar lang niet allemaal in het actieve productielexicon terecht, maar ook dat is een snelle groeier. Hoe wordt die groei opgestart? Gedurende het eerste levensjaar al ontstaan de groeikernen van de twee systemen die bij woordproductie betrokken zijn, een betekenisstelsel en een articulatiesysteem. Het fascinerende is, dat die twee geheel modulair ontwikkelen, zonder enige onderlinge relatie. Gedurende het eerste jaar ontstaan bij het kind basisconcepten van causaliteit, identiteit, ruimte en tijd, van handeling, actor, object, recipiënt, een basiskennis van semantische domeinen zoals mensen, dieren, voertuigen, et cetera. Aan het eind van dat jaar beschikt het kind over een

rijk conceptueel systeem, zoals blijkt uit allerlei prachtig experimenteel onderzoek.

Het articulatiesysteem komt rond de zevende maand in een plotselinge explosieve groei terecht. Het kind begint te brabbelen, het intensief produceren, herhalen en vervolgens ook afwisselen van steeds nieuwe syllaben. Auditieve terugkoppeling is daarbij een vereiste. Ook dove kinderen beginnen met brabbelen, maar dat zet niet echt door. Met die *feedback loop* koppelt het kind zijn eigen motorische syllaben aan hun auditieve consequenties. Dat krijgt al gauw een bijzondere werking. Aanvankelijk produceren alle kinderen van de wereld ongeveer dezelfde soort syllaben, maar al gauw beginnen die brabbels meer en meer fonetische eigenschappen van de moedertaal te reflecteren. De syllaben die het kind hoort, krijgen in zijn brabbels een zekere voorkeur, zoals Loekie Elbers (1982) en anderen hebben aangetoond. Het opmerkelijke is echter dat in dit stadium de brabbels volmaakt betekenisloos zijn. Het is een puur auditief-articulatorisch circuit, dat los staat van het semantische domein – veel trotse ouders ten spijt. Er is een enigszins taalspecifieke, maar verder autonome *syllabary* ontstaan.

Pas rond de eerste verjaardag worden voor het eerst connecties gelegd tussen syllaben en betekenissen. Een zeer klein aantal syllaben, soms gedupliceerd, soms gecombineerd, wordt opeens gebruikt als betekenisdrager (zoals *aap(c)* met ruwweg de betekenis 'hap'). En er ontstaan af en toe nieuwe brabbels die lijken op betekenisvolle woorden (Elbers & Ton, 1985). Er is dan een protolexicon, een aantal paren van articulatiepatroon en betekenis. Die paar protoword vormen dan de enige band tussen het conceptuele en het articulatorische systeem.

Het protolexicon groeit eerst langzaam tot zo'n vijftig woorden rond anderhalf jaar, maar dan begint de zogenaamde *word spurt*, elke ouder raakt dan de tel kwijt. Al gauw barst het protolexicon uit zijn voegen. Het kind heeft dan zoveel verschillende bijna-gelijke syllaben nodig, dat grote verwarring dreigt te ontstaan. Dan gebeurt er binnen een tijdsbestek van enkele maanden iets bijzonders. De *syllabary* wordt *gefonologiseerd*, zoals Claartje Leveld in haar dissertatie (1994) voor een tiental Nederlandse kinderen heeft aangetoond. Gebruikt het kind aanvankelijk

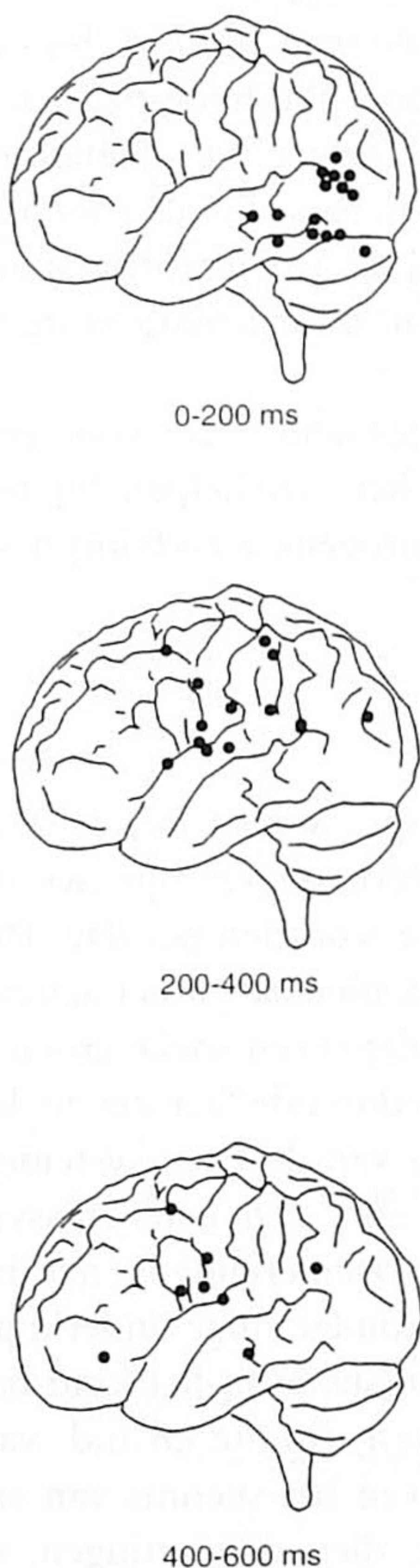
voor zijn protolexicon voornamelijk syllabische patronen waarvan de articulatorische plaats over het hele woord constant is (bijvoorbeeld *pom*, geheel labiaal of *tin*, geheel coronaal, dat wil zeggen met de tongtip gemaakt), nu gaat het zich vrijheden veroorloven met het begin van het woord. Ongeacht de rest van het protoword, kan het begin labiaal zijn. Dus naast *tin* kan nu ook *pin* gebruikt worden, waarin *p* labiaal is en de rest van het woord coronaal. Vervolgens gaat het kind op het woordeinde letten. Dat kan, ongeacht de rest van het woord, opeens velaar worden gemaakt; *tik* is dan een mogelijk woord, helemaal coronaal, maar met een velaar eindje, *k*. Vervolgens worden ook afwijkende klinkers opgenomen en de drie belangrijkste posities in de syllabe worden onafhankelijk variabel. Anders gezegd, de eerst holistische, puur articulatorische syllabe wordt in vrij-variabele segmenten, fonemen, opgedeeld. Daarmee heeft het kind een schier onbeperkte fonologische ruimte gecreëerd, waarin nieuwe woorden systematisch kunnen worden ondergebracht. Dat systeem is in essentie gereed rond tweeënhalf jaar. Het lexicon bestaat nu uit paren van concepten en fonologische codes – er is geen beperking meer op verdere groei. De *syllabary* blijft bestaan als opslagplaats van hoog-frequente articulatorische patronen.

Wat nog ontbreekt zijn de lemma's (zie Figuur 1). Woorden hebben nog geen syntactische eigenschappen. Het kind snapt wel de gelijkenis tussen *lopen*, *duwen*, *springen*, et cetera. Het zijn alle acties die een agens kan verrichten, een semantische gelijkenis dus. Maar het snapt nog niet de gelijkenis tussen de naamwoorden *pop* en *sprong*, die beide subject of object van een zin kunnen zijn. Dat ontstaat weer ongeveer een jaar later, zoals Elbers en Wijnen (1996) zo overtuigend hebben aangetoond en dat is opnieuw een explosieve ontwikkeling. Daarmee heeft het woordproductiesysteem in essentie zijn uiteindelijke vorm bereikt. Tussen de aanvankelijk onafhankelijke articulatorische en conceptuele niveaus zijn nu, als mediators, een fonologisch en een syntactisch representatiesysteem ontstaan.

Neurogenese

Wat doen de hersenen wanneer je een plaatje van een object benoemt? Tot voor kort was daar alleen iets over bekend uit tests die wel worden doorgevoerd bij open hersenoperaties (Haglund et al. 1994). Wanneer bij een epileptische patiënt resectie moet worden uitgevoerd, probeert de neurochirurg de essentiële taalgebieden te sparen door in het kritische, meestal perisylvische gebied achtereenvolgens zo'n tien tot twintig loci elektrisch te stimuleren terwijl de patiënt een plaatje probeert te benoemen. Meestal worden er dan enkele loci gevonden waarbij de benoeming stopt tijdens stimulatie. Zulke zogenaamde taalgebiedjes liggen bij elke patiënt weer ergens anders en ze hebben een groot verspreidingsgebied. Voor de meeste patiënten liggen er wel een of twee in de *gyrus temporalis superior*. Maar we weten niet waaraan het ligt dat een benoeming blokkeert. Er hoeft maar één stadium in het procesmodel (Figuur 1) uit te vallen en het is al mis. Welk stadium waar zit – daar kunnen we met deze tests niet achter komen.

Dat kan sinds kort in principe wel met moderne *brain imaging* methoden. Onlangs hebben we een plaatjesbenoe-



Figuur 2. Actieve bronnen in de hersenen tijdens het benoemen van plaatjes, 0-200, 200-400 en 400-600 ms na aanbieding van het plaatje. Magneto-enceelografische metingen over 8 proefpersonen

mingsexperiment uitgevoerd op de grote 122-kanaals magneto-encefalograaf in Helsinki (zo'n apparaat is in Nederland nog niet beschikbaar). Daarmee kan men het activatieverloop over de gehele cortex met milliseconde-nauwkeurigheid volgen. Figuur 2 laat zien waar, voor acht proefpersonen, de bronnen zijn gelokaliseerd die gedurende drie achtereenvolgende perioden actief zijn.

Tot 200 milliseconden na aanbidding van het plaatje liggen die bronnen voornamelijk in het occipitaal/parietaal/temporale grensgebied. In het model is dat de periode waarin het object wordt herkend en het concept geactiveerd. In de volgende periode, van 200 tot 400 ms na aanbidding van het plaatje, liggen de bronnen vooral in het perisylvische gebied, met name in de superieur-temporale, de post-centrale en de pre-centrale windingen. Dit is de periode waarin het lemma wordt geselecteerd en de fonologische codering van het woord plaatsvindt. De derde periode, van 400 tot 600 ms na aanbidding van het plaatje, levert vooral – of schoon niet uitsluitend – activiteit op in de frontale cortex, met name in het motorische en premotorische gebied. Het is de periode waarvoor het model voorziet in fonetische voorbereiding, waaronder toegang tot de *syllabary* en initiatie van articulatie.

Ofschoon deze resultaten buitengewoon preliminair zijn, ziet men er toch de grote oorspronkelijke tweedeling in terug. Bij plaatjesbenoeming zendt een posterieur visueel-conceptueel systeem activatie naar een meer anterior fonologisch-articulatorisch systeem.

Fylogenese

Hoe zijn woorden ontstaan in de menselijke evolutie? Hierover is, eerlijk gezegd, niets bekend en het zal ook wel altijd een mysterie blijven. Maar zorgvuldige experimenten met chimpansees hebben wel duidelijk gemaakt waar de verschillen liggen. Die zijn nu gemakkelijk op te sommen in termen van het model. Chimpansees hebben geen gebrek aan concepten, en die kunnen behoorlijk abstract zijn, zoals TWEE of GELIJK. Maar syntactische categorieën, zoals 'naamwoord', 'werkwoord' of 'voorzetsel' liggen ten ene male buiten hun bereik; lemma's kunnen ze niet leren. Chimpansees hebben ook geen *syllabary* of iets vergelijkbaars; daarvoor hebben ze niet de geëigende articulatorische anatomie. Maar ze kunnen heel goed een ander uitvoersysteem leren gebruiken, zoals manipuleerbare visuele symbolen. Ook kunnen chimpansees heel aardig leren om concepten aan visuele symbolen te koppelen. Wat er dan ontstaat is heel goed te vergelijken met wat ik boven het 'protollexicon' heb genoemd. Een beetje chimpansee kan een protollexicon van vele tientallen woorden opbouwen. En die woorden kan hij, net als het kind in zijn tweede levensjaar, op creatieve wijze gaan combineren om van alles duidelijk te maken (Savage-Rumbaugh & Lewin, 1994). Maar dan ontstaan er onoverbrugbare verschillen. Bij de chimpansee blijft het protollexicon een protollexicon – de koppeling van symbolen aan begrippen. Nooit krijgen de woorden syntactische of fonologische structuur. Dat laatste gebeurt ook niet wanneer in plaats van visuele symbolen manuele gebaren worden gebruikt. In de gebarentalen van doven krijgen die gebaren wel degelijk een systematische interne structuur, die wel

fonologisch wordt genoemd. Bij chimpansees gebeurt dat niet. Misschien wel het meest opvallend is echter de afwezigheid van de *word spurt*; het ontbreekt de chimpansee ten ene male aan de behoefte om zo snel mogelijk alles een naam te geven. Dat, lijkt mij, zou ook de ingang moeten zijn voor een evolutionaire beschouwing. Met die *word spurt* krijgt het menskind direct toegang tot een cultuur van verhalen vertellen. Onze behoefte om met elkaar te zitten kletsen is net zo groot als de behoefte van chimpansees om elkaar te zitten vlooien en de functie is grotendeels dezelfde – het kweken en onderhouden van sociale binding. Mensen vlooien met woorden. Hoe dat zo gekomen is weet niemand, maar wel is duidelijk dat daarmee, naast imitatie, instructie mogelijk werd. Het selectieve voordeel daarvan moet immens zijn geweest. Wat in de ene generatie wordt bijgeleerd kan door middel van het gesproken woord worden overgedragen op de volgende generatie. Sinds wij biologisch gesproken zo'n vijfduizend generaties geleden onze eindtoestand hebben bereikt, heeft dat voordeel doorgevoerd in de schepping van onze culturen. Zonder woorden en verbale instructie zouden onze kinderen, die geboren worden met de hersenen van jagers-verzamelaars, geen kans maken in een wereld van staten, wetten, godsdiensten, medische diensten, fabrieken, woonerven, computernetwerken en psychologen.

Literatuur

- Badecker, W., Miozzo, M. & Zanuttini, R. (1995). The two-stage model of lexical retrieval: evidence from a case of anomia with selective preservation of grammatical gender. *Cognition*, 57, 193-216.
- Elbers, L. (1982). Operating principles in repetitive babbling: a cognitive continuity approach. *Cognition*, 12, 45-63.
- Elbers, L. & Ton, J. (1985). Play pen monologues. *Journal of Child Language*, 12, 551-565.
- Elbers, L. & Wijnen, F. (1996). Effort, production skill, and language learning. In C. Ferguson, L. Menn & C. Stoel-Gammon (Eds.), *Phonological development: models, research, implications*. Parkton: York Press.
- Haglund, M.M., Berger, S.M., Shamseldin, M., Lettich, E. & Ojemann, G.A. (1994). Cortical localization of temporal lobe language sites in patients with gliomas. *Neurosurgery*, 34, 567-576.
- Levelt, C.C. (1994). *On the acquisition of place*. Leiden: Holland Institute of Generative Linguistics.
- Levelt, W.J.M. (1989). *Speaking: from intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levelt, W.J.M. (1995). The ability to speak: from intentions to spoken words. *European Review*, 3, 13-23.
- Meyer, A.S. (1996). Lexical access in phrase and sentence production: results from picture/word interference experiments. *Journal of Memory and Language*, 35 (2).
- Roelofs, A. (1992). A spreading activation theory of lemma retrieval in speaking. *Cognition*, 42, 107-142.
- Savage-Rumbaugh, S. & Lewin, R. (1994). *Kanzi: the ape at the brink of the human mind*. New York: Wiley.

Prof.dr. W.J.M. Levelt is directeur van het Max-Planck-Instituut voor Psycholinguïstiek te Nijmegen.