

WIETSKA VONK EN REINIER COZIJN

Psycholinguïstiek: een kwantitatieve wetenschap*

Abstract — In psycholinguistics as a quantitative science the processes of language production and comprehension are examined within an experimental paradigm: Measurements of language behaviour are compared under well-controlled conditions. The article introduces the reader to major issues and research techniques, and illustrates some psycholinguistic methods in experiments regarding language comprehension which test anaphor resolution in sentences with verb-based implicit causality. In one off-line and two on-line language processing studies it is shown how syntactic and semantic information and knowledge of the external world affect the focus on a protagonist as the referent of a pronoun.

Psycholinguïstiek is de interdisciplinaire studie van menselijk taalgedrag. De studie probeert antwoord te krijgen op de vraag hoe de productie en de verwerking van gesproken en geschreven taal plaatsvindt en verworven wordt, en heeft tot doel een model te ontwikkelen dat alle talige (deel)processen en de daarbij gebruikte bronnen, zoals lexicon, syntaxis en wereldkennis, beschrijft en verklaart in hun onderlinge samenhang. De studie is interdisciplinair omdat hij voortbouwt op verworven inzichten in de linguïstiek en in de cognitieve (neuro)psychologie. De bijdragen vanuit de linguïstiek komen voort uit kwalitatief onderzoek met de taal als object terwijl bijdragen uit de psycholinguïstiek berusten op kwantitatief onderzoek met het taalproces als object. In de linguïstiek worden op basis van observaties van taaluitingen in geschreven of gesproken vorm regelmatigheden in taal opgespoord die leiden tot taalkundige theorieën over de structuur van taal. Zo heeft de zorgvuldige analyse van taaluitingen geleid tot een opdeling in theorieën over verklanking (fonologie), configuratie (syntaxis), betekenis (semantiek) en toepassing (pragmatiek) van taal. Voor de vraag hoe taal in het hoofd van de taalgebruiker verwerkt en geproduceerd wordt zijn de bevindingen uit veelal kwantitatief, toetsend, cognitief-psychologisch onderzoek relevant. Een model van taalproductie en taalverwerking zal rekening moeten houden met de cognitief-psychologische theorieën over de wijze waarop mensen informatie tot zich nemen, verwerken en opslaan (perceptie, cognitie, geheugen, representatie).

Deze bijdrage introduceert belangrijke onderzoekstechnieken in de psycholinguïstiek en illustreert enkele daarvan in drie taalverwerkingsstudies.

1 Het model van de taalgebruiker

Het model van taalproductie en -verwerking bestaat uit afzonderlijke componenten die hun informatie aangeleverd krijgen van hiërarchisch hoger of lager gelegen componenten en die na een bewerking van deze invoer het resultaat door-

* Dank aan Leo Noordman en Ineke Bulte voor commentaar op een eerdere versie en aan Edwin Commandeur voor zijn bewerkingen ten behoeve van Figuur 2.

geven aan de volgende component. De linguïstiek levert een bijdrage aan de definiëring van de componenten, maar hoe de componenten samenwerken, met andere woorden hoe de informatiestromen in het model verlopen, is een aangelegenheid van de psychologie. Voor taalverwerking zijn de componenten bijvoorbeeld het waarnemen van auditieve en visuele patronen in gesproken en geschreven taal, het decoderen van lexicale en grammaticale structuren, het integreren van betekenissen en het genereren van een representatie. Daarbij maken de componenten gebruik van verschillende informatiebronnen, zoals orthografische of fonologische patronen, het mentale lexicon en wereldkennis. Het model suggereert dat de volgorde waarin de onderdelen van het model worden aangesproken verschilt voor taalproductie en taalverwerking. De taalproductie verloopt van concept (boven) naar uiting (beneden) en de taalverwerking van uiting (beneden) naar concept (boven). Dit onderscheid is in de literatuur aangeduid als *top-down* versus *bottom-up*. Een belangrijke vraag in de psycholinguïstiek is of binnen taalproductie en taalverwerking de informatiestromen daadwerkelijk slechts één kant opgaan, of dat ook tussen bepaalde deelprocessen de tegenovergestelde verwerkingsrichtingen mogelijk zijn. Verwant aan deze vraag is de kwestie of de verschillende onderdelen van het model opgevat moeten worden als autonoom opererende modules die sequentieel te werk gaan (modulair), of dat ze afhankelijk zijn en in interactie met elkaar informatie verwerken (interactief). Het ontrafelen van de informatiestromen in het model en het vaststellen van modulariteit dan wel interactiviteit is een hele opgave als men bedenkt dat het menselijke informatieverwerkende systeem informatie incrementeel verwerkt. Dat wil zeggen dat het systeem informatie stukje voor stukje verwerkt en dat alle onderdelen van het systeem op elk moment in de tijd actief zijn, zij het dat ze hetzelfde stukje informatie verwerken als er sprake is van interactiviteit en andere stukjes informatie als er sprake is van modulariteit.

Vanwege de complexiteit van het onderwerp hebben taalproductie- en taalverwerkingsonderzoek zich in zekere mate gescheiden ontwikkeld. Taalproductie- en taalverwerkingsonderzoek gebruiken ook ten dele andere onderzoekstechnieken. Ofschoon veel van wat hierna besproken wordt betrekking heeft op beide deelgebieden, ligt de nadruk op taalverwerking.

2 De experimentele methode

Om de cognitieve processen bij het produceren en verwerken van taal in kaart te brengen bedient de psycholinguïstiek zich van de experimentele methode: de vergelijking van talig gedrag onder verschillende, zorgvuldig gemanipuleerde omstandigheden (condities). De condities hebben onder meer betrekking op de linguïstische variabelen die verondersteld worden van invloed te zijn op de productie of de verwerking van talig materiaal. Voorbeelden hiervan zijn de frequentie van woorden, de grammaticale rol van constituenten en de prosodie van uitingen. Het vaststellen van deze variabelen volgt veelal uit corpusonderzoek, de kwantitatieve bestudering van talige verschijnselen in de werkelijkheid met als doel regelmatigigheden op te sporen in natuurlijk taalgebruik.

De experimentele methode is inherent kwantitatief van aard. Dat geldt zowel

voor de verzameling van gedragsgegevens in het experiment als voor de analyse daarvan. De onderzoeker formuleert vanuit een theoretisch kader hypothesen over de invloed van de onderzochte variabelen op het productie- of verwerkingsproces en toetst deze met behulp van statistische technieken. De invloed kan in principe op twee momenten gemeten worden: *ná* of *tijdens* dit proces. In het eerste geval spreekt men van een *offline*-meting om aan te geven dat het proces zelf niet meer actief is; men meet in feite de invloed op het product van het proces. In het tweede geval meet men *online*, dat wil zeggen terwijl het proces zich voltrekt. De beide soorten technieken worden hieronder apart toegelicht. Daarnaast wordt ingegaan op enkele andere technieken om taalgedrag te bestuderen.

2.1 *Offline-technieken*

Voorbeelden van offline-technieken in taalverwerkingsonderzoek zijn de registratie van benoemtijden, herkenningstijden en verificatietijden. De snelheid waarmee woorden worden benoemd (uitspreken) en herkend (stond het in de tekst?) en de snelheid waarmee zinnen worden geverifieerd (is de zin waar?) na het lezen van een zin of tekst zegt iets over de beschikbaarheid van de informatie op het moment waarop de taak werd uitgevoerd. Indirect zegt de snelheid iets over de processen die die beschikbaarheid tijdens het verwerken van de zin of de tekst hebben beïnvloed. Offline-methoden verklappen soms iets over wat tijdens de processen zeker heeft moeten plaatsvinden of wat zeker niet heeft kunnen plaatsvinden, maar de informatie ontbreekt om in detail uitspraken te doen over de stappen die zijn gezet om tot het eindproduct te komen.

2.2 *Online-technieken*

Omdat offline-metingen geen directe informatie geven over de processen die zich afspelen in het hoofd van de taalgebruiker, maakt de psycholinguïstiek veelal gebruik van online-onderzoekstechnieken. De term *online* duidt erop dat het proces dat gemeten wordt actief is tijdens de meting. Online-metingen geven inzicht in de temporele karakteristieken (duur, volgorde) van de onderzochte taalprocessen en zijn dan ook zeer geschikt om de samenhang tussen de verschillende componenten van het model aan het licht te brengen. Voorbeelden van online-technieken in taalverwerkingsonderzoek zijn het meten van leestijden (drukknop-leestijden in een zogenaamd bewegend-vensterexperiment of oogbewegingsregistratie), het registreren van oogbewegingen tijdens het verwerken van spraak (het zogeheten visuele-wereld-paradigma) en het meten van hersenpotentialen (event related potentials). Deze technieken worden hieronder kort uiteengezet.

Een gangbare techniek om leestijden te meten is om zinnen of teksten stukje-voor-stukje (per woord, woordgroep, regel, zin of alinea) aan te bieden en de lezer op een knop te laten drukken om het volgende stukje te tonen. Het is alsof de lezer naar de tekst kijkt door een venstertje dat telkens een stukje wordt opgeschoven (bewegend venster). Bij elke druk op de knop wordt de leestijd voor dat stukje geregistreerd. De druktijd representeert de tijd die de lezer nodig had om dat stukje tekst te verwerken en is indicatief voor de processen die tijdens die verwerking plaatsvonden. Een nadeel van deze methode is dat het normale leespro-

ces gehinderd wordt door het drukken op de knop. Vaak is niet de gehele tekst zichtbaar waardoor de lezer niet terug kan kijken in de tekst, hetgeen tijdens normaal lezen spontaan en veelvuldig voorkomt. Desalniettemin is het een eenvoudige methode die in veel gevallen bruikbaar is gebleken.

Een natuurlijkere en accuratere methode om leesgedrag te meten is het registreren van oogbewegingen. Het meten van oogbewegingen stoort het normale leesproces niet en de ogen verraden ongewild welk gedeelte van een tekst wordt verwerkt en hoeveel tijd daarvoor gebruikt wordt. Daarnaast kunnen sprongen terug in een tekst gebruikt worden als indicatoren voor verwerkingsproblemen en heranalyses (zie 3.2).

Oogbewegingen kunnen ook gebruikt worden om auditieve taalverwerkingsprocessen te bestuderen. Terwijl deelnemers naar een zin luisteren, worden hun oogbewegingen geregistreerd over een afbeelding waarop de entiteiten zijn afgebeeld die in de zin genoemd worden (visuele wereld). Doordat de ogen tijdens de verwerking onwillekeurig kijken naar de entiteiten die genoemd of bedoeld worden, kan uit het oogbewegingenpatroon afgeleid worden welke entiteit op welk moment tijdens het luisteren in focus is (zie 3.3).

Een geheel andere manier om online-taalprocessen te bestuderen maakt gebruik van de registratie van hersenpotentialen die aan de schedel worden gemeten (EEG). Hersenactiviteit genereert stroom en uit de stroom die gemeten wordt in relatie tot talige stimuli die visueel of auditief worden aangeboden (events) kan men afleiden wanneer en in welke mate de verwerking door de stimuli wordt beïnvloed (Event Related Potentials). Een nadeel van de methode is dat niet aan de schedel te zien is waar de potentiaalverschillen hun oorsprong in de hersenen hebben.

2.3 *Andere technieken*

Een recent ontwikkelde, geavanceerde techniek om taalprocessen te meten is om afbeeldingen te maken van de bloedstromen in de hersenen die optreden als gevolg van hersenactiviteit die door taalprocessen geëliciteerd wordt. Een voorbeeld daarvan is (functional) Magnetic Resonance Imaging.¹ Deze techniek maakt gebruik van de magnetische assen van protonen in het hersenweefsel die onder invloed van een sterke magneet dezelfde kant op worden gedraaid. Door middel van radiogolven worden de assen vervolgens uit positie gebracht en wanneer de radiogolven stoppen, keren ze geleidelijk terug in de stand waarin de magneet ze gedraaid heeft waarbij de energie die uit het radiosignaal is opgenomen weer in de vorm van een radiosignaal wordt afgegeven (magnetic resonance). De snelheid waarmee ze terugkeren verraaft het type weefsel waarin de protonen zich bevinden en de frequentie van het signaal verraaft hun positie. Op basis van resonantiekenmerken van het bloedzuurstofgehalte wordt deze techniek gebruikt om een zeer precies beeld te geven van de gebieden in de hersenen die, naar aanleiding van het uitvoeren van een talige taak (functie), om veel bloed vragen en dus zeer actief zijn. Een nadeel van de techniek is dat er veel tijd (tot wel zes seconden) kan verlopen tussen het moment waarop de taalprocessen plaatsvinden

¹ Zie www.ru.nl/fcdonders voor een uitgebreide beschrijving van enkele zeer geavanceerde hersentechnieken.

en het moment waarop veranderingen in de bloedstromen zichtbaar worden. De techniek is dan ook niet echt online te noemen.

Een andere, redelijk recente trend in de psycholinguïstiek is om de bevindingen uit experimenteel onderzoek te vergelijken met zogenaamde computationele procesmodellen. Procesmodellen zijn theoretisch gefundeerde, algoritmische implementaties van talige processen in computerprogramma's. Ze brengen theorie en empirie een stapje dichter bij elkaar en dragen zo bij aan beter begrip van het menselijke taalvermogen. Een recent voorbeeld is het model van Frank, Koppen, Noordman en Vonk (in druk) dat verklaart hoe kennis gebruikt wordt om afleidingen te maken uit een opeenvolging van verhaalsituaties en zo anaforen kan oplossen. Het model vertoont gedrag dat vergelijkbaar is met het gedrag van deelnemers in leesexperimenten.

Goede procesmodellen hebben weinig assumpties en zijn zuinig in de definiëring van de processen, hetgeen betekent dat de algoritmes met zo min mogelijk, duidelijk gedefinieerde parameters moeten kunnen werken. Ze zijn adequaat in beschrijvende zin, hetgeen betekent dat ze gedrag vertonen dat in overeenstemming is met het gedrag zoals dat in de werkelijkheid voorkomt. En uiteraard geven ze een adequate verklaring van de gemodelleerde processen. Procesmodellen krijgen meerwaarde als ze generaliseerbaar zijn over talige verschijnselen en processen.

Een derde ontwikkeling is om discrepanties tussen voorspellingen over talige processen uit formele taaltheorieën en uit analyses van bijzonder omvangrijke corpora van gesproken en geschreven taal te toetsen in experimenteel psycholinguïstisch onderzoek. Deze corpusanalytische benadering suggereert bijvoorbeeld dat morfologische regelmatigheden hun oorsprong vinden in frequentie van gebruik en de organisatie van het mentale lexicon, daar waar taaltheorieën regels formuleren. Het werk van Baayen en anderen laten zien dat tussenklanken in samengestelde woorden, zoals *schapenbout* en *schaapskooi*, zich beter laten voorspellen op basis van analogieën van het linker lid met bestaande samengestelde woorden in het lexicon die hetzelfde linkerlid hebben dan op basis van morfologische productieregels (Krott, Schreuder, Baayen, & Dressler 2006). De corpusanalytische methode ontleent zijn waarde aan de enorme omvang van de corpora en aan de geavanceerde, voornamelijk statistische, technieken om regelmatigheden op te sporen.

In psycholinguïstisch onderzoek worden offline- en online-technieken vaak in combinatie gebruikt, omdat ze elkaar aanvullen en samen sterkere conclusies mogelijk maken over de onderzochte taalprocessen. Een aantal van de experimentele technieken die in 2.1 en 2.2 zijn behandeld zullen we nu de revue laten laten passen aan de hand van experimenten over het begrijpen van voornaamwoorden die in ons laboratorium zijn uitgevoerd.

3 Drie experimentele technieken toegelicht

Als we een voornaamwoord tegenkomen in een zin begrijpen wij de zin in de regel pas wanneer we weten waar het voornaamwoord naar verwijst, wat het antecedent is van het voornaamwoord. Een zin kan veel soorten informatie bevatten waarmee het antecedent achterhaald kan worden: geslacht en getal van het voor-

naamwoord, syntactische informatie over subject en object van de zin, de betekenis van woorden in de zin, met name van werkwoorden. Bovendien kunnen taalgebruikers hun ‘kennis van de wereld’ benutten. Als we begrijpen wat het antecedent is van een voornaamwoord hebben we de verbinding gelegd tussen het voornaamwoord en het antecedent en dat draagt bij aan wat genoemd wordt de ‘referentiële samenhang’ van de zin.

Hoe begrijpen wij een zin als (1)? Hoe weten wij wie *hij* is in de omdat-zin? Vinden wij allemaal dat *hij* in zin (1) op Jan slaat? Ja, zelfs zonder verdere context blijken wij daar ongeveer allemaal hetzelfde over te denken (Caramazza, Grober, Garvey & Yates 1977, Ehrlich 1980, Vonk 1985). Bij zin (2) begrijpen we onmiddellijk dat *hij* op Piet slaat. In zin (1) en (2) kan de juiste interpretatie afgeleid worden uit de informatie na het voornaamwoord. Uiteraard speelt daarin de betekenis van de hoofdzin mee, met name van het werkwoord *winnen*, de betekenis van het voegwoord *omdat*, en natuurlijk enige wereldkennis: winnen in de sport gaat in de regel samen met goed in vorm zijn van de een of slecht in vorm zijn van de ander. Dat wereldkennis en voegwoord een rol spelen is ook duidelijk als je in zin (1) *omdat* vervangt door *hoewel*. In ‘Jan won van Piet met tennissen hoewel hij goed in vorm was’ is *hij* nu Piet.

- (1) Jan won van Piet met tennissen omdat hij goed in vorm was.
- (2) Jan won van Piet met tennissen omdat hij slecht in vorm was.
- (3) Jan won van Riet met tennissen omdat hij goed in vorm was.
- (4) Jan won van Riet met tennissen omdat zij slecht in vorm was.

In de zinnen (3) en (4) kan bovendien gebruik gemaakt worden van informatie die het voornaamwoord levert. Als de protagonisten van verschillend geslacht zijn, kan immers met het voornaamwoord eenduidig naar een van de twee verwezen worden. Maar spelen andere soorten van informatie, zoals de verbinding van *winnen* en *slecht in vorm* zijn dan ook nog een rol?

Al begrijpen we zin (1) en zin (2) onmiddellijk, toch lijkt zin (2) moeilijker dan zin (1). Dat zou kunnen wijzen op de rol van syntactische informatie: in zin (1) is het subject van de bijzin dezelfde protagonist als het subject van de hoofdzin; in zin (2) is het subject van de bijzin niet dezelfde protagonist als het subject van de bijzin, maar dezelfde protagonist als het object van de hoofdzin (de rol van parallelle functie, Sheldon 1974).

Dezelfde factor geldt natuurlijk ook voor de zinnen (3) en (4), al is het op voorhand niet te zeggen of deze dezelfde rol speelt als het voornaamwoord eenduidig verwijst.

Maar er zijn meer factoren die van invloed kunnen zijn op het begrijpen van dit soort zinnen en het toekennen van het antecedent. We hebben al iets gezegd over betekenis, namelijk dat de betekenis van het werkwoord samen met wereldkennis een rol speelt (‘winnen gaat samen met goed in vorm zijn’). Maar er is ook nog bepaalde informatie eigen aan het werkwoord zelf die sturing kan geven aan het interpretatieproces.

Als we horen ‘Jan won van Piet omdat hij’ dan verwachten we dat er iets volgt over Jan. Dat blijkt ook wel als we dergelijke zinsfragmenten moeten afmaken.

Het voornaamwoord *hij* wordt hier blijkbaar bij voorkeur geïnterpreteerd als een verwijzing naar de eerste naamwoordsgroep in de zin. De causaliteit van ‘winnen’ wordt impliciet toegeschreven aan de eerste naamwoordsgroep (NP1). Een werkwoord als *winnen* wordt wel een NP1-werkwoord genoemd. Bij zinnen als (5) ‘Jan wantrouwde Piet omdat hij’ verwachten we daarentegen dat er iets volgt over Piet. De causaliteit van ‘wantrouwen’ wordt impliciet toegeschreven aan de tweede naamwoordsgroep (NP2). Een werkwoord als *wantrouwen* wordt een NP2-werkwoord genoemd: het werkwoord stuurt naar de NP2. Deze sturing van interpersoonlijke werkwoorden wordt in de literatuur *impliciete causaliteit* genoemd (Au 1986, Garnham 2001, Garvey 1975).

- (5) Jan wantrouwde Piet omdat hij geheimzinnig deed.
- (6) Jan wantrouwde Piet omdat hij achterdochtig was.
- (7) Jan wantrouwde Riet omdat zij geheimzinnig deed.
- (8) Jan wantrouwde Riet omdat hij achterdochtig was.

Dat het bij impliciete causaliteit om een voorkeursinterpretatie gaat en niet om een dwingende interpretatie is duidelijk als we kijken naar de zinnen (2) en (6). In deze zinnen legt de wereldkennis over de gebeurtenis in de bijzin namelijk een andere interpretatie op dan de voorkeursinterpretatie met betrekking tot het werkwoord. Informatie op grond van wereldkennis en impliciete causaliteit zijn hier incongruent met elkaar. Zinnen als (2) en (4), en (6) en (8) worden ‘incongruent’ genoemd, in tegenstelling tot zinnen (1) en (3), en (5) en (7) die ‘congruent’ genoemd worden.

Als impliciete causaliteit een rol speelt, moet deze de moeilijkheid van zin (2) vergeleken met zin (1) verhogen. Dat is dus naast de factor ‘parallele functie’ (zie hierboven) een tweede factor met hetzelfde effect. Anderzijds moet de impliciete causaliteit van het werkwoord de moeilijkheid van zin (6) vergeleken met zin (5) verhogen, terwijl de factor ‘parallele functie’ de moeilijkheid van zin (6) vergeleken met zin (5) juist zou verlagen.

De voorbeelden (1)-(8) maken duidelijk dat de taalbegrijper veel soorten informatie ter beschikking heeft om het antecedent van een voornaamwoord te vinden. De vraag waar wij ons mee bezig gehouden hebben is welke informatie de lezer/luisteraar gebruikt om een voornaamwoord te interpreteren. Onze onderzoeksvraag richt zich meer specifiek op het online-proces van het begrijpen. Het is niet gezegd dat alle informatie onmiddellijk gebruikt wordt tijdens het proces van begrijpen. Bijvoorbeeld syntactische informatie zou eerder gebruikt kunnen worden dan semantische informatie, of lexicale informatie over het geslacht van het voornaamwoord eerder dan wereldkennis. De onderzoeksvraag is dus specifiek: wanneer worden welke bronnen van informatie gebruikt bij het lezen of horen van die zinnen?

3.1 Eerste techniek: benoemtaak

In het eerste experiment dat we bespreken werden twee bronnen van informatie onderzocht: impliciete causaliteit van het werkwoord (NP1 vs. NP2 werkwoorden) en lexicale informatie van het voornaamwoord (wel of niet eenduidige verwijzing naar een protagonist). Zowel voor de NP1- als voor de NP2-zinnen waren

er congruente en incongruente zinnen. In totaal waren er dus drie factoren met ieder twee niveaus, te weten Impliciete Causaliteit (NP1- en NP2-werkwoorden), Eenduidigheid van Verwijzing (wel en niet) en Congruentie (congruente en niet congruente zinnen). Dit leverde acht condities op, die geïllustreerd worden met de zinnen (1) tot en met (8).

De deelnemers aan het experiment kregen op een beeldscherm het stimulusmateriaal, een twaalfstal sets van acht zinnen, gepresenteerd. Dit stimulusmateriaal werd voorgetest op bruikbaarheid voor het experiment.

3.1.1 Voortests: Aanvullen, Invullen en Natuurlijkheid beoordelen

Het stimulusmateriaal werd geselecteerd en gevalideerd op grond van de resultaten van drie *offline*-voortests: een *fragment-aanvultest*, een *invultest*, en een test om *natuurlijkheid* te beoordelen (Damen 1985, de Wijk 1983). In de aanvultest vulden deelnemers vele fragmenten met interpersoonlijke werkwoorden (transitieve werkwoorden met een persoon als subject en een persoon als object) aan, zoals 'Jan werkwoordde Piet, omdat ...'. Alleen die werkwoorden werden als NP1-werkwoorden beschouwd waarvan tenminste 80% van de door de deelnemers gemaakte continueringen betrekking had op de NP1 volgens twee onafhankelijke beoordelaars van die continueringen. Voor de NP2-werkwoorden gold hetzelfde criterium. Met de geselecteerde werkwoorden werden congruente zinnen (zoals 1, 3, 5 en 7) en incongruente zinnen (zoals 2, 4, 6 en 8) gemaakt. In de tweede voortest werden die zinnen getest door het voornaamwoord weg te laten en de deelnemers (andere dan bij de eerste voortest) een voornaamwoord in te laten vullen. Alleen die zinnen werden geselecteerd waarin in 95% van de gevallen het correcte voornaamwoord ingevuld werd. Het criterium ligt hier hoger dan bij de eerste voortest omdat de zinnen waarvan nu ook de bijzin werd voorgelegd eenduidig naar een van de protagonisten moesten verwijzen. Ten slotte werden in de derde voortest de zinnen door weer een andere groep deelnemers beoordeeld op natuurlijkheid, door ze, tezamen met andere zinnen die in natuurlijkheid duidelijk verschilden, op een 5-puntschaal lopend van (1) niet natuurlijk tot (5) natuurlijk te laten beoordelen. Alleen zinnen met een hoge score voor natuurlijkheid werden geselecteerd voor het benoemtaak-experiment. De gemiddelde natuurlijkheidsscore voor de congruente zinnen was gelijk aan die voor de incongruente zinnen.

3.1.2 Het eigenlijke experiment: benoemen

De deelnemers aan het eigenlijke experiment (Damen 1985, Vonk 1985) moesten de zinnen lezen op een computerscherm. Als lezers zulke zinnen begrepen hebben, moeten ze antwoord kunnen geven op de vraag wie nu in zin (1) 'goed in vorm' of 'slecht in vorm' was. Dat was precies de vraag die de deelnemers moesten beantwoorden. Gemeten werd de *benoemtijd* (in milliseconden); dat is de tijd vanaf het verschijnen van de zin op het scherm tot het begin van het uitspreken van de betreffende naam. Omdat het een meting betreft die na het lezen van de zin plaats vindt is de meting in dit experiment *offline*.

De benoemtijden (gemiddeld over zinnen en deelnemers) zijn, uitgesplitst naar de factoren Congruentie en Eenduidigheid van Verwijzing, weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Benoemtijden van de correcte protagonist in milliseconden, gemiddeld over de NP1- en de NP2-zinnen, uitgesplitst naar de factoren Congruentie en Eenduidigheid van Verwijzing. (Tussen haakjes staan de nummers van de voorbeeldzinnen uit de tekst van de condities waarop het gemiddelde betrekking heeft.)

Eenduidigheid van Verwijzing	Congruentie	
	Congruent	Incongruent
Niet Eenduidig	3740 (zinnen 1 en 5)	3935 (zinnen 2 en 6)
Eenduidig	3135 (zinnen 3 en 7)	3249 (zinnen 4 en 8)

De benoemtijd voor zinnen met een eenduidige verwijzing, dus voor zinnen met protagonisten van verschillend geslacht in de hoofdzin (zinnen zoals 3, 4, 7 en 8; $M=3192$), was significant korter (gemiddeld 645 milliseconden) dan de benoemtijd voor zinnen zonder eenduidige verwijzing, voor zinnen met protagonisten van hetzelfde geslacht (zinnen zoals 1, 2, 5 en 6; $M=3837$). Verder was de benoemtijd voor congruente zinnen (zinnen zoals 1, 3, 5 en 7; $M=3438$) significant korter (gemiddeld 154 milliseconden) dan de benoemtijd voor incongruente zinnen (zinnen zoals 2, 4, 6 en 8; $M=3592$). Beide factoren spelen dus bij het begrijpen een rol. Interessant was verder dat er geen interactie tussen deze twee factoren was. Om dit te verduidelijken (zie Tabel 1): het verschil tussen de condities Eenduidig – Congruent (zinnen 3 en 7) en Eenduidig – Incongruent (zinnen 4 en 8), waarin het voornaamwoord informatie over de antecedent bevat is niet statistisch significant verschillend van het verschil tussen de condities Niet Eenduidig – Congruent (zinnen 1 en 5) en Niet Eenduidig – Incongruent (zinnen 2 en 6), hoewel het voornaamwoord in deze condities geen informatie over de antecedent bevat. Dat betekent dat impliciete informatie en de (in)congruentie tussen impliciete informatie en wereldkennis een rol blijven spelen, zelfs in de gevallen waarin er eenduidige informatie over het geslacht in het voornaamwoord aanwezig was en gebruikt werd. Maar wij kunnen niet afleiden uit dit experiment wanneer precies welke informatie wordt gebruikt. Het is goed mogelijk dat de effecten in de benoemtijden behalve in het leesproces ook hun grond vinden in het extra proces van het produceren van het antwoord.

3.2 Tweede techniek: oogbewegingsregistratie bij lezen

Om antwoord te krijgen op de vraag wanneer de informatie van het voornaamwoord wordt gebruikt, werden in een *online*-experiment de oogbewegingen van lezers geregistreerd tijdens het lezen van de zinnen (Vonk 1984, De Wijk 1983). Wat kunnen metingen van oogbewegingen tijdens het lezen ons vertellen over het proces van begrijpen? Wat doen de ogen precies? Tijdens het lezen springen onze ogen van woord tot woord langs de regels van een tekst. Sprongen (saccaden genoemd) van ongeveer 30 milliseconden worden gevolgd door periodes van relatieve stilstand (fixaties genoemd), die gemiddeld ongeveer een 250 milliseconden duren. Bijna ieder woord wordt gefixeerd. Zodra een woord gefixeerd wordt, wordt de gefixeerde informatie verwerkt. Hoe langer die verwerking duurt, des te langer fixeren de ogen die informatie. De duur van fixaties zegt dus iets over de verwerking van de gefixeerde informatie.

Wat bleek uit de oogbewegingsregistraties? De fixaties op de voornaamwoor-

den met eenduidige informatie over het geslacht waren significant *langer* (gemiddeld 57 milliseconden) dan die op de voornaamwoorden zonder die informatie (zie Tabel 2).

Tabel 2 Fixatieduur in milliseconden en percentages niet-fixaties op het voornaamwoord gemiddeld over NP1- en NP2-zinnen voor congruente zinnen, uitgesplitst naar Eenduidigheid van Verwijzing van het voornaamwoord.

Eenduidigheid van Verwijzing	Fixatieduur	% Niet gefixeerd
Niet Eenduidig	255	17
Eenduidig	198	40

Dat lijkt in contradictie te zijn met de benoemtijden. Maar toch is het resultaat goed te interpreteren. Immers, in de conditie waarin het voornaamwoord eenduidig verwijst, verschaft het voornaamwoord informatie over het antecedent dat gevonden moet worden, terwijl dit in de conditie zonder eenduidige informatie in het voornaamwoord niet het geval is: het voornaamwoord kan wat dat betreft net zo goed worden overgeslagen. Dat bleek overigens ook het geval: in zinnen als (1) werd het voornaamwoord twee maal zo vaak niet gefixeerd als in zinnen als (3) (zie Tabel 2). De lezer beslist dus heel snel welke informatie relevant of niet relevant is voor het begrijpen en verwerkt de relevante informatie onmiddellijk.

Uit het voorgaande blijkt dat informatie in het voornaamwoord onmiddellijk gebruikt wordt. Wanneer wordt de informatie van het werkwoord gebruikt? We hebben gezien dat er een congruentie-effect is: als de sturing van het werkwoord in de hoofdzin overeenkomt met de informatie in de bijzin, is de benoemtijd korter dan wanneer die niet overeenkomt. Dus speelt informatie van het werkwoord een rol. Dit effect kon zich alleen manifesteren aan het einde van de zin bij de benoemtaak, en bij de oogbewegingsregistratie pas op het moment dat de informatie die volgt op het voornaamwoord in de bijzin uitsluitend geeft. De vraag is nu, analoog aan die bij het voornaamwoord, hoe snel de informatie van het werkwoord gebruikt wordt. In de literatuur worden hierover verschillende hypothesen gesteld (Garnham 2001, Koornneef & van Berkum 2006, Stewart, Pickering & Sanford 2000). Voor de duidelijkheid groeperen we ze onder twee noemers: de *focus-hypothese* en de *integratie-hypothese*. Onder de focus-hypothese wordt verstaan dat de lezer/luisteraar, zodra informatie binnenkomt, al een bepaalde interpretatie maakt. Dat kan zelfs inhouden dat de lezer een bepaalde interpretatie anticipeert, bijvoorbeeld op basis van de betekenis en de sturing van het werkwoord. De integratie-hypothese stelt dat de lezer/luisteraar pas een interpretatie maakt als er eenduidige informatie binnengekomen is om die interpretatie te maken. Om nu uit te zoeken of het verwerken van de informatie uit het werkwoord beantwoordt aan de focus-hypothese of aan de integratie-hypothese, moeten we zinnen onderzoeken waarin het voornaamwoord geen informatie geeft. De interpretatie van het voornaamwoord zou volgens de focus-hypothese al voorbereid moeten worden op basis van de informatie in het werkwoord. Een methode die geschikt is om dit te onderzoeken is het zogenaamde *visuele-wereld-paradigma*.

Het visuele-wereld-paradigma is ook daarom interessant, omdat het gebruikt kan worden bij gesproken taal. Omdat er al veel methoden zijn voor het begrijpen van geschreven taal, is het visuele-wereld-paradigma een interessante uitbreiding van het arsenaal van de taalpsycholoog.

3.3 *Derde techniek: visuele-wereld-paradigma*

In het visuele-wereld-paradigma, dat geïnitieerd werd door Cooper (1974) en veel later verder werd ontwikkeld in het laboratorium van Tanenhaus (Tanenhaus, Spivey-Knowlton, Eberhard & Sedivy 1995), kijken deelnemers naar plaatjes of objecten, terwijl ze luisteren naar de te onderzoeken uitingen. Het blijkt dat luisteraars op ieder moment tijdens het horen van woorden of zinnen kijken naar die informatie in de scène die overeenkomt met wat zij horen. In het visuele-wereld-paradigma wordt dan ook gemeten wanneer de ogen waarop gericht zijn.

Als protagonisten in de zinnen werden nu dieren gebruikt, omdat die goed af te beelden zijn. Het is moeilijk om plaatjes van mensen te maken die alleen met eigennamen uniek aangeduid worden. Menselijke protagonisten zouden wel aangeduid kunnen worden met hun functie (bijvoorbeeld postbode), maar dat heeft als nadeel dat allerlei opvattingen over functionarissen als veroorzaker mee zouden kunnen spelen. In een voortest werd de herkenbaarheid van de dieren nagegaan en werd vastgesteld dat naar alle dieren werd verwezen met *hij*.

Een voorbeeld van een item van het stimulusmateriaal is te zien in Figuur 1: een plaatje met een bijbehorende zin in twee condities. De zinnen bestonden uit drie delen, de hoofdzin met het interpersoonlijke werkwoord, een eerste bijzin beginnend met *omdat* die geen informatie bevatte op grond waarvan de luisteraar het antecedent kon achterhalen en een tweede bijzin, eveneens beginnend met *omdat*, die wel deze informatie bevatte. In de hoofdzin werd na de beide protagonisten een derde naamwoord aan de zin toegevoegd (de zogenaamde *afleider*), opdat de deelnemers hun ogen op het moment dat de bijzin begon niet gericht zouden hebben op de laatstgenoemde protagonist. De neutrale bijzin werd ingevoegd om een lange meetperiode mogelijk te maken voordat de eenduidige informatie werd gepresenteerd.

De hoofdzin bevatte in de helft van de gevallen een NP1-werkwoord en in de helft van de gevallen een NP2-werkwoord. Bij iedere zin werd zowel een congruente als een incongruente voortzetting gemaakt. Ten slotte werden de dieren even vaak rechts als links op het plaatje getoond. De deelnemers kregen 32 van dergelijke plaatjes te zien terwijl ze luisterden naar de bijbehorende zinnen.

Als de interpretatie, conform de focus-hypothese, vroeg in de zin plaatsvindt, kan de volgende verwachting geformuleerd worden. Als de hoofdzin een NP1-werkwoord bevat, stuurt dat werkwoord de interpretatie naar de NP1; een NP2-werkwoord stuurt de interpretatie naar de NP2. Het effect van impliciete causaliteit wordt zichtbaar bij het luisteren naar de neutrale bijzin, op zijn vroegst bij het horen van *omdat hij* in de neutrale bijzin. Die bijzin bevat immers geen informatie voor de interpretatie van het voornaamwoord. Als er op dit moment een voorkeur optreedt voor een van de beide protagonisten dan kan deze voorkeur alleen gebaseerd zijn op de voorafgaande informatie. De verwachting is dan ook dat de deelnemers vooral zullen kijken naar dat dier dat overeenkomt met de impliciete cau-



Figuur 1 Een voorbeeld van een item van het stimulusmateriaal uit het visuele-wereld-experiment. Het afgebeelde tennisracket fungeert als afleider bij 'met tennissen'. In de tweede bijzin verschaft het werkwoord de informatie die noodzakelijk is om eenduidig het antecedent aan het voornaamwoord toe te kennen. (Naar Cozijn, Commandeur, Vonk & Noordman 2006.)

saliteit van het werkwoord. Volgens de integratie-hypothese zal dit effect niet optreden bij de neutrale bijzin, maar pas als er eenduidige informatie over de protagonist is gehoord, en die informatie komt pas beschikbaar in de tweede bijzin.

Als de tweede bijzin congruent is, is de verwachting dat de deelnemers voornamelijk zullen (blijven) kijken naar het dier dat overeenkomt met de impliciete causaliteit van het hoofdwerkwoord. Als de tweede bijzin incongruent is, zullen de deelnemers hun blik verschuiven naar dat dier dat niet overeenkomt met de impliciete causaliteit. De focus-hypothese en de integratie-hypothese verschillen niet met betrekking tot de tweede bijzin.

Tijdens het luisteren naar de zin werd iedere vier milliseconden gemeten waarnaar de deelnemers keken in de scène. Er werden vier regio's gedefinieerd in de scène: de twee dieren, de afleider en de rest van de scène. We bespreken de resultaten van één van de maten die zijn berekend over de verkregen metingen: de maat *Blikproportie* op een bepaalde regio, dat is de gemiddelde proportie over de duur van een bepaald segment van de gesproken uiting (bijvoorbeeld van 'wesp', 'omdat hij' of 'verprutste').

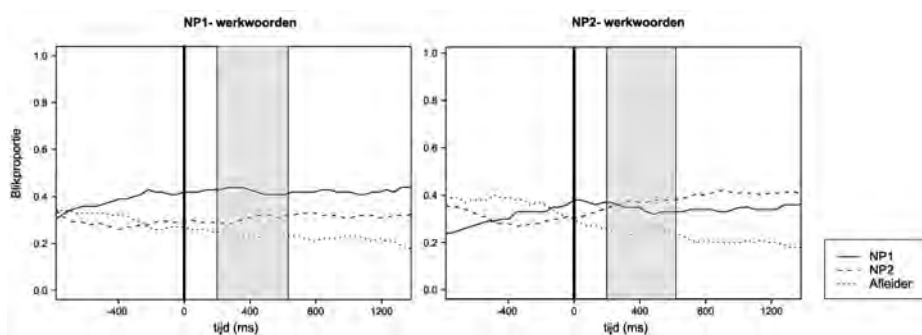
De auditieve segmenten van de zin waarvoor we de *Blikproportie* willen weten zijn in ieder geval de segmenten 'omdat hij' van de eerste bijzin en het segment 'benutte' of 'verprutste' van de tweede bijzin dat de eenduidige informatie geeft over het antecedent van *hij*, met eventueel het segment erna. De belangrijkste vergelijking die in die segmenten gemaakt wordt, is tussen de proportie blikken naar de regio van de eerste protagonist (NP1-regio) en die naar de regio van de tweede pro-

tagonist (NP2-regio). Behalve de resultaten voor de genoemde twee auditieve segmenten zullen we ook resultaten van enige andere auditieve segmenten bespreken.

Tijdens het horen van de eerste protagonist in de hoofdzin werd er significant vaker gekeken naar de NP1-regio dan naar de NP2-regio. Tijdens het horen van de tweede protagonist in de hoofdzin werd vaker naar de NP2-regio gekeken dan naar de NP1-regio. Deze resultaten valideren de gebruikte methode, want ze geven aan dat de auditieve stimulus inderdaad onmiddellijk de ogen stuurt naar de corresponderende regio.

Gedurende het segment ‘omdat hij’ was er een significant interactie-effect van sturing van het werkwoord met protagonist (zie Figuur 2): bij de NP1-werkwoorden werd vaker naar de NP1-regio gekeken dan naar de NP2-regio; bij de NP2-werkwoorden werd vaker naar de NP2-regio gekeken dan naar de NP1-regio. Dit resultaat geeft steun aan de focus-hypothese: al onmiddellijk bij het voegwoord wordt gebruik gemaakt van de impliciete causaliteit van het werkwoord.

Verder werd er een interessant effect gevonden vlak voor het auditieve segment



Figuur 2 Blikproportie voor Protagonist NP1, Protagonist NP2 en Afleider gedurende het auditieve segment ‘omdat hij’ (het grijze gedeelte), uitgesplitst naar zinnen met NP1-werkwoorden (links) en zinnen met NP2-werkwoorden (rechts). In deze figuur zijn de blikproporties steeds gemiddeld over 44 milliseconden (11 achtereenvolgende meetpunten). (Naar Cozijn, Commandeur, Vonk & Noordman 2007.)

‘omdat hij’, namelijk in de pauze tussen afleider in de hoofdzin en het voegwoord *omdat*. In die pauze, die gemiddeld ongeveer 600 milliseconden duurde, werd er significant meer gekeken naar de NP1-regio dan naar de NP2-regio, onafhankelijk van de bias van het werkwoord. Dit effect kan wellicht geïnterpreteerd worden als een effect van de structuur van de zin. De eerste protagonist is namelijk altijd het subject van de hoofdzin, en krijgt als zodanig focus.

De resultaten voor het auditieve segment in de tweede bijzin die de eenduidige informatie verschaften waren verschillend voor de congruente en de incongruente zinnen. Bij congruente zinnen met NP1-werkwoord werd significant vaker gekeken naar de NP1-regio dan naar de NP2-regio; bij congruente zinnen met NP2-werkwoord werd significant vaker naar de NP2-regio gekeken dan naar de NP1-regio. Dit betekent dat voor congruente zinnen de informatie al onmiddellijk de interpretatie stuurt. Analoog hiermee zou men voor de incongruente zinnen hebben kunnen verwachten dat bij de zinnen met NP1-werkwoord meer gekeken werd naar de NP2- dan naar de NP1-regio, en bij de zinnen met NP2-werkwoord meer naar de NP1- dan

naar de NP2-regio. Dit effect werd echter niet gevonden in het auditieve segment dat de eenduidige informatie verschaft, maar pas in het segment erna. Dit betekent dat de luisteraars bij het binnenkomen van de incongruente informatie aanvankelijk het antecedent niet kunnen toekennen en pas *na* het binnenkomen van de incongruente informatie in staat zijn om de uiteindelijke interpretatie te maken.

De resultaten steunen de focus-hypothese: ook al is de informatie op een bepaald moment nog niet eenduidig (regio 'omdat hij'), toch stuurt de impliciete causaliteit van het werkwoord onmiddellijk de interpretatie van de zin.

4 Tot slot

De drie hier besproken studies laten een samenhangend beeld zien van het proces van de toekenning van antecedenten aan voornaamwoorden. Met de offline-techniek (benoemtaak) kon worden aangetoond dat zowel eenduidigheid van verwijzing van voornaamwoorden als impliciete causaliteitswerkwoorden de toekenning van een antecedent aan een voornaamwoord beïnvloeden. Dat die invloed pas zichtbaar werd aan het einde van de zin lag aan de techniek, hetgeen duidelijk werd in de twee studies met online-technieken. Op basis van metingen van oogbewegingen tijdens het lezen kon geconcludeerd worden dat eenduidige informatie over de verwijzing in het voornaamwoord onmiddellijk gebruikt wordt, al tijdens het lezen van het voornaamwoord. In het visuele-wereld-experiment bleek dat ook de voorkeur die wordt opgeroepen door een impliciet causaliteitswerkwoord onmiddellijk van invloed is als het voornaamwoord wordt verwerkt. De bevindingen wijzen erop dat lezers en luisteraars syntactische en semantische informatie onmiddellijk gebruiken om tot begrip van een taaluiting te komen.

Het onderzoek in de linguïstiek en de psycholinguïstiek heeft laten zien dat taal een bijzonder complex verschijnsel is. Dat mensen zelden moeite hebben bij het produceren of verwerken ervan ligt daaraan dat de onderliggende cognitieve processen niet alleen zeer snel maar veelal ook automatisch en onbewust verlopen. Het heeft dan ook geen zin aan taalgebruikers te vragen wat ze precies doen wanneer ze een zin uitspreken of proberen te begrijpen. Het besproken onderzoek illustreert hoe de psycholinguïstiek dit probleem aanpakt. Door vernuftige experimentatie met offline- en online-technieken kan uit kwantitatieve vergelijkingen van taalgedrag onder verschillende condities worden afgeleid welke informatie in de talige uiting op welk moment tijdens de verwerking een rol speelt en daarmee welke processen wanneer plaatsvinden. Zo realiseert de psycholinguïstiek de ontwikkeling van een model van de taalgebruiker dat de talige (deel)processen beschrijft en verklaart in hun onderlinge samenhang.

Bibliografie

- Au 1986 – T.K. Au: 'A verb is worth a thousand words: The causes and consequences of interpersonal events implicit in language'. In: *Journal of Memory and Language* 25 (1986), p. 104-122.
 Caramazza, Grober, Garvey & Yates 1977 – A. Caramazza, E. Grober, C. Garvey & J. Yates: 'Comprehension of anaphoric pronouns'. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 12 (1977), p. 335-359.