

Pragmatische Hersengolven: De reactie van het brein op de schending van Griceaanse Maximes

John Hoeks, Petra Hendriks & Gisela Redeker

Zowel spreker als luisteraar gaan bij hun deelname aan een gesprek uit van bepaalde veronderstellingen (Grice, 1975). De spreker, bijvoorbeeld, wordt geacht niet meer, maar ook niet minder mee te delen dan noodzakelijk. In het huidige onderzoek wordt bekeken hoe de luisteraar (of beter gezegd: haar brein) reageert wanneer deze pragmatische veronderstelling geschonden wordt. In een experiment kregen proefpersonen vraag-antwoord paren aangeboden waarin het 'Maxime van Hoeveelheid' wordt geschonden. Ondertussen werden bij de proefpersonen zogeheten Event-Related brain Potentials (ERPs) gemeten. Deze golfpatronen, veroorzaakt door hersenactiviteit, bieden aanwijzingen over aard en tijdsverloop van verwerkingsprocessen in het brein. De pragmatische schendingen bleken een specifieke, tot nog toe onbekende respons op te roepen. Deze 'Griceaanse' component werd gevolgd door een vroege en een late positieve verschuiving in het ERP-sigitaal, wijzend op thematische en syntactische heranalyse. Schending van Griceaanse maximes wordt dus onmiddellijk gesignaleerd, en blijkt tot aanzienlijke verwerkingsproblemen te leiden.

1 Inleiding

Bij hun deelname aan een gesprek gaan spreker en luisteraar uit van bepaalde veronderstellingen. Deze veronderstellingen zijn door Grice (1975) geformuleerd in vier 'maximes', die als volgt kunnen worden beschreven:

1. KWALITEIT: Wees waarheidsgetrouw
2. HOEVEELHEID: Wees niet informatiever, maar ook niet minder informatief dan vereist
3. RELEVANTIE: Wees relevant
4. STIJL: Wees helder

Mede omdat deze stelregels voor communicatie in de gebiedende wijs zijn geformuleerd is lang gedacht (en wordt nog steeds gedacht), dat de maximes een soort van overgedetailleerd puriteins recept vormen voor een geslaagde conversatie. Campbell (2001, p. 256), bijvoorbeeld, verzucht: "Would we want to have dinner with such a person, such an impeccably polite maxim observer?". Een meer vruchtbare benadering is echter de maximes op te vatten als een standaard set van veronderstellingen, met name van de luisteraar over de spreker, waarvan alle deelnemers aan het gesprek zich bewust zijn (Horn, 2004). Het Maxime van Hoeveelheid, bijvoorbeeld, beschrijft hoe de luisteraar ervan uitgaat dat de spreker inderdaad niet meer, maar ook niet minder zegt dan noodzakelijk is. In het huidige onderzoek zullen we zien wat er gebeurt wanneer de spreker zich niet aan deze pragmatische veronderstelling houdt. Met name

zullen we bekijken op welke manier de luisteraar omgaat met schendingen van het Maxime van Hoeveelheid in een dialoog. Bekijk bijvoorbeeld de fictieve mini-dialoog in (1).

1. V: Wat deed Jan?
A: Hij zoende Annet.

In dit gesprekje geeft A een antwoord dat pragmatisch gezien correct is: A geeft, voor zover we hier kunnen overzien, precies genoeg informatie: het antwoord gaat over Jan en beschrijft een handeling die Jan uitvoerde. Op zich zou de vragensteller dus tevreden moeten zijn. Dat geldt ook voor het vraag-antwoord paar in (2).

2. V: Wat deden Jan en Piet?
A: Jan zoende Annet en Piet zoende Henk.

Ook hier krijgt de vragensteller keurig antwoord op de vraag wat Jan en Piet gedaan hebben. Dit is echter niet het geval in de nu volgende dialoog (3), en dat is juist de reden waarom dit gesprek interessant is voor ons onderzoek.

3. V: Wat deden Jan en Piet?
A: Jan zoende Annet en Piet in de tuin.

We zien hier dat zowel Jan als Piet voorkomen in het antwoord op de vraag, maar dat er ook cruciale informatie ontbreekt, te weten het antwoord op de deelvraag "Wat deed Piet?". Door de luisteraar deze informatie te onthouden, schendt de spreker het Maxime van Hoeveelheid.

Het is misschien belangrijk om te vermelden dat dit niet de enige manier is om het onderhavige maxime te schenden. Bijvoorbeeld, iemand kan op de vraag hoeveel kinderen zij heeft het antwoord "twee" geven, terwijl ze er in werkelijkheid drie heeft, of onterecht zeggen dat het "warm" is, terwijl het snikheet is. Het verschijnsel waar we in (3) mee te maken hebben bevindt zich in een enigszins ander domein en is gerelateerd aan het pragmatische concept 'topic-structuur'. Een 'topic' kan omschreven worden als de entiteit waarover de zin informatie verschaft (Lambrecht, 1994). Door de vraag in (2) en (3) worden er twee entiteiten 'Jan' en 'Piet' geïntroduceerd en tot zeer waarschijnlijke topics van de volgende zin gemaakt. Anders gezegd: de vraag maakt het zeer waarschijnlijk dat 'Jan' en 'Piet' het zogenaamde 'tweeledig topic' van de volgende zin zullen zijn. Wanneer 'Jan' en 'Piet' samen iets hadden gedaan, zou het antwoord kunnen zijn "Zij deden X". Aan de andere kant zou het antwoord ook een constructie kunnen zijn met zogeheten 'contrastieve' topics, waarbij elk van de jongens afzonderlijk iets doet: "Jan deed X en Piet deed Y." In dialoog (3) wordt dus het Maxime van Hoeveelheid geschonden door het ontbreken van de verwachte topic-structuur: de zin zou een tweeledig topic moeten hebben ('Jan en Piet'), maar heeft slechts een enkelvoudig topic ('Jan').

Nu weten we van eerder onderzoek dat topic-structuur een belangrijke rol speelt in het incrementeel verwerken van taal (Hoeks, 1999; Hoeks, Hendriks, Vonk, Hagoort, & Brown, 2006; Hoeks, Vonk, & Schriefers, 2002). Dit is met name het geval wanneer taaluitingen syntactische ambiguïteiten bevatten, zoals bij het antwoord van voorbeelden (2) en (3). Doordat taalverwerking incrementeel is, en niet opgeschort wordt tot het einde van de zin, zal de taalverwerker soms voor lastige keuzes komen te

staan. Als de luisteraar of lezer van het zinsfragment "Jan zoende Annet en Piet .." bij de naam 'Piet' is aangekomen, zijn er twee mogelijkheden. Ofwel 'Piet' is het topic van een gecoördineerde zin, zoals in het antwoord bij voorbeeld (2), ofwel 'Piet' is onderdeel van het groepje mensen dat door topic 'Jan' wordt gezoend, als in het antwoord van (3). Onderzoek heeft aangetoond dat taalgebruikers normaliter een voorkeur hebben voor de structuur in (3), die ook wel 'NP-coördinatie' wordt genoemd. Doordat de te onderzoeken dialogen allemaal de geprefereerde syntactische structuur hebben wordt dus voorkomen dat er zogenaamde 'garden-path' effecten optreden. Dit is een verzamelterm voor tijdelijk ambigue zinnen die niet de geprefereerde syntactische structuur hebben, en taalgebruikers dus (tijdelijk) op het verkeerde been zetten.

De belangrijkste vraag van dit onderzoek is dus: Wat is het effect op de taalgebruiker van een schending van het Maxime van Hoeveelheid, teweeggebracht door het ontbreken van de verwachte topic-structuur. Voordat we het eigenlijke experiment gaan bespreken zullen we kort ingaan op de gebruikte methode, ofwel: hoe het registreren van zogenaamde 'hersensignalen' inzicht kan verschaffen in het verwerken van pragmatische informatie.

2 Venster op het brein

Wanneer groepjes hersencellen actief zijn, bijvoorbeeld tijdens het verwerken van een zin, zal deze activiteit leiden tot elektrische potentiaalverschillen in de onmiddellijke omgeving van die cellen. Deze potentiaalverschillen zullen zich verplaatsen door de hersenmassa en de schedel, die immers beide stroom geleiden, en uiteindelijk de hoofdhuid bereiken. De potentiaalverschillen die daar aankomen zijn heel klein (in termen van micro-volts, ofwel miljoenste van een volt), maar kunnen desalniettemin gemeten worden. Dit wordt gedaan door bovenop de hoofdhuid metalen elektroden te plaatsen, de weerstand tussen deze elektroden en de hoofdhuid te minimaliseren met een zoute pasta, en de potentiaalverschillen die gemeten worden aanzienlijk te versterken. Het gaat hier uitdrukkelijk om verschillen: de elektrische potentiaal van elke elektrode wordt vergeleken met die van zogeheten referentie-elektroden, die gewoonlijk achter de oren of op de oorlel worden aangebracht. Wanneer de potentiaal van de gemeten elektrode hoger is dan die van de referentie-elektrode is er sprake van een positieve potentiaal, wanneer de gemeten potentiaal lager is dan de referentie-waarde is er sprake van een negatieve potentiaal. Deze polariteit (d.w.z. het positief of negatief zijn) is, zoals we zometeen zullen zien, een belangrijk kenmerk van hersensignalen.

Natuurlijk zijn de hersenen met meer dingen bezig dan alleen taalverwerking: een groot aantal mentale en fysiologische processen wordt door de hersenen aangestuurd en bewaakt. Daardoor is het EEG (ElectroEncephaloGram), zoals het samenstel van continue, ritmische potentiaalveranderingen wordt genoemd, op zichzelf moeilijk te interpreteren; het vormt immers een reflectie van al deze verschillende processen. Als echter bekend is wanneer precies een bepaalde stimulus wordt aangeboden, kan de hersenrespons op die specifieke stimulus worden vastgesteld. Om de reactie op elke stimulus te ontdoen van sporen van spontane hersenactiviteit, zijn er veel herhalingen van de stimulus nodig ('trials'); door het relatief grote aantal stimuli (minimaal 25 per te meten conditie) te middelen, zullen alleen die componenten van het EEG overblijven die systematisch aan de stimulus verbonden zijn. We spreken dan van 'stimulusgebonden' potentialen ofwel ERPs (Event-Related brain Potentials).

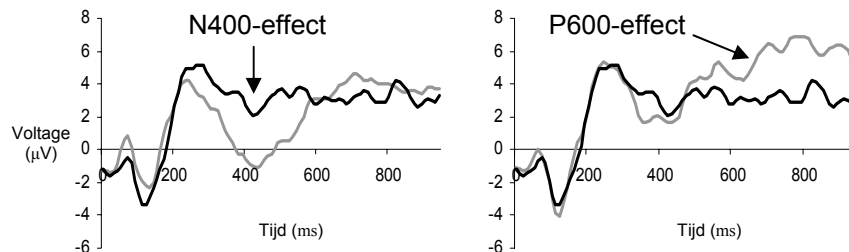
De ERPs die na middeling kunnen worden vastgesteld bestaan uit een serie pieken en dalen die benoemd worden op basis van hun polariteit (dus P voor positief of N voor negatief), de volgorde waarin ze optreden (bijv. P1, P2, P3, etc.) of ook op de tijdsduur waarop ze maximaal zijn, gemeten na de aanbieding van de stimulus, zoals bijvoorbeeld de P300, een positieve piek die maximaal is rond 300 milliseconden nadat een stimulus is aangeboden (1 ms is een duizendste van een seconde). In de laatste vijftig jaar zijn er een aantal componenten geïdentificeerd die met name van belang zijn voor onderzoek naar taal. Wat hierbij opgemerkt moet worden is dat het hier niet specifiek gaat om de piek of het dal in het ERP patroon, maar vooral om de modulatie van de desbetreffende piek of het desbetreffende dal: het gaat dus met name om ERP-effecten, ook wel verschuivingen (of 'shifts') genoemd, waarbij dus minimaal twee condities worden vergeleken, vaak een normale controle conditie tegenover een conditie met een taalkundige manipulatie (bijv. syntactische, semantische of pragmatische schending, etc.). We zullen niet ingaan op alle taalgerelateerde ERP-componenten, maar ons beperken tot de belangrijkste: de "N400" en de "P600".

N400

De N400 is een negatieve verschuiving die optreedt wanneer een taaluiting waarin een semantische schending voorkomt, zoals bijvoorbeeld "Het brood werd bedreigd", wordt vergeleken met een semantisch correcte controlezin zoals bijvoorbeeld "Het brood werd gebakken". Zie Figuur 1, linkerpaneel, voor een grafische weergave van deze vergelijking (bron: Hoeks, Stowe, & Doedens, 2004). De negatieve verschuiving ten opzichte van de normale zin is maximaal rond 400 ms na aanbieding van het kritische woord (hier: "bedreigd") en is met name geprononceerd op elektroden in het midden en aan de achterkant van het hoofd (Kutas & Hillyard, 1980). Figuur 2 geeft een overzicht van electrode-posities.

P600

De P600 is een positieve verschuiving die optreedt wanneer een taaluiting waarin een syntactische schending voorkomt, zoals bijvoorbeeld "Het verwende kind gooien het papier op straat", wordt vergeleken met een syntactisch correcte controlezin zoals bijvoorbeeld "Het verwende kind gooit het papier op straat" (Hagoort, Brown, & Groothusen, 1993). De positieve verschuiving die door de schending wordt opgeroepen is maximaal rond 600 ms na aanbieding van het kritische woord (hier: "gooien") en is net als de N400 met name zichtbaar op elektroden nabij het midden en de achterkant van het hoofd. Over het algemeen wordt aangenomen dat de P600 eerder een reflectie is van syntactische heranalyse dan van syntactische foutdetectie. Daarom kan uit het feit dat de N400 altijd aan de P600 voorafgaat niet worden afgeleid dat semantische verwerking ook aan alle soorten van syntactische verwerking voorafgaat (zoals bijv. het vaststellen van de syntactische structuur van een taaluiting). Zie Figuur 1 (rechterpaneel) voor een voorbeeld van de P600 (bron: Hoeks et al., 2004).



Figuur 1. Voorbeelden van een N400-effect (linkerpaneel) en een P600-effect (rechterpaneel) op de electrode Pz. De grijze lijn is steeds de conditie met de schending; de zwarte lijn is de normale controle-conditie.

Nu we gezien hebben wat de weerslag is van enerzijds semantische en anderzijds syntactische schendingen kunnen we ons de vraag stellen hoe het ERP-patroon eruit zal zien voor dialogen waarin het Griceaanse Maxime van Hoeveelheid wordt geschonden. Het hieronder beschreven experiment geeft antwoord op deze vraag.

3 Experiment

3.1 Methode

Proefpersonen

Aan het experiment deden 18 studenten (waarvan 6 mannen) van de Rijksuniversiteit Groningen mee. De deelnemers waren tussen de 18 en de 29 jaar, met een gemiddelde leeftijd van 20 jaar. De meesten kregen betaald voor deelname, een aantal kreeg studiepunten. Alle proefpersonen waren rechtshandig en hadden Nederlands als moedertaal.

Materiaal

Het materiaal voor het experiment werd geconstrueerd op basis van 60 zinnen ontleend aan Hoeks (1999), zie (4) voor een voorbeeld:

4. De burgemeester prees het raadslid en de wethouder uitbundig.

Op het moment dat de lezer het woord 'wethouder' tegenkomt, dus nog zonder het laatste woord te hebben gezien, zijn er nog twee mogelijke interpretaties mogelijk: enerzijds NP-coördinatie, als in (5) en anderzijds zinscoördinatie als in (6).

5. De burgemeester prees [het raadslid en de wethouder].
6. [De burgemeester prees het raadslid] en [de wethouder (lachte)].

Zoals hierboven vermeld is bekend dat lezers een voorkeur hebben voor NP-coördinatie (bijv., Hoeks, 1999; Hoeks et al., 2006). Dit betekent dat in zin (4) het

bijwoord in laatste positie ('uitbundig') op zich geen verwerkingsproblemen zou moeten opleveren, het desambigueert de zin namelijk naar NP-coördinatie, hetgeen de voorkeursinterpretatie is.

Op basis van elk van deze 60 zinnen werden drie dialogen gemaakt. In de eerste versie van de dialoog werd de zin voorafgegaan door een neutrale vraag: "Wat gebeurde er?". In de tweede versie werd de vraag zodanig geconstrueerd dat die zeer specifieke verwachtingen op zou roepen omtrent de topic-structuur van de daaropvolgende zin: "Wat deden de burgemeester en de wethouder?". Door de vraag op deze manier te stellen worden zowel de burgemeester als de wethouder zeer waarschijnlijke topics in het antwoord op de vraag (zoals ook aangetoond in Hoeks et al., 2002). De derde versie is voor het huidige onderzoek niet relevant, maar wordt voor de completeheid toch in het rijtje hieronder weergegeven. Samengevat hebben we dus drie condities, waarvan alleen de eerste twee voor het huidige onderzoek van belang zijn.

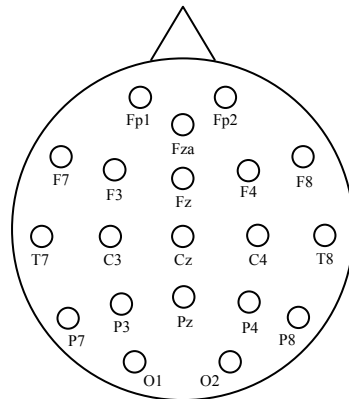
1. *Congruente conditie*
V: Wat gebeurde er?
A: De burgemeester prees het raadslid en de wethouder uitbundig.
2. *Incongruente conditie*
V: Wat deden de burgemeester en de wethouder ?
A: De burgemeester prees het raadslid en de wethouder uitbundig.
3. *Extra conditie (wordt verder niet besproken)*
V: Wat gebeurde er?
A: Na de vergadering prees de burgemeester de wethouder uitbundig.

Merk op dat het bijwoord ('uitbundig') hier een cruciale rol speelt. Het maakt immers duidelijk dat de antwoordzin slechts één topic heeft ('de burgemeester'), en niet twee, zoals verwacht in de incongruente conditie. De NP 'de wethouder' blijkt geen topic te zijn in de antwoordzin, wat een schending van het Maxime van Hoeveelheid inhoudt.

Naast de experimentele dialogen zijn er ook zogeheten 'fillers' of 'opvulstimuli' die moeten verhinderen dat proefpersonen tijdens het experiment ongewenste strategieën ontwikkelen of de bedoeling van het onderzoek gaan raden. Zo zijn er 40 dialogen waarin zinnen met zinscoördinaties voorkomen om een zeker tegenwicht te geven aan de overvloed aan dialogen met NP-coördinaties (60 in totaal). Daarnaast zijn er ook 100 ongerelateerde fillers die bij een apart onderzoek horen. Tenslotte is er een oefenset van 40 dialogen gemaakt om de proefpersonen te laten wennen aan de materialen.

Opzet

Er werden drie lijsten van stimuli gemaakt. In elk van die lijsten waren er 20 stimuli voor elk van de drie experimentele condities (d.w.z., 20 congruent, 20 incongruent en 20 extra), en elke lijst bevatte slechts 1 versie van een bepaalde stimulus. De volgorde van experimentele en filler dialogen (zie Materiaal) was hetzelfde voor alle lijsten en werd door de experimentator quasi-willekeurig vastgesteld (maximaal drie experimentele stimuli na elkaar, maar nooit twee of meer opeenvolgende stimuli in dezelfde conditie). Elke lijst werd aan een gelijk aantal proefpersonen aangeboden (hier: 6) en elke proefpersoon kreeg slechts 1 lijst te zien. Elke lijst bevatte 200 stimuli (60 experimentele stimuli, 40 fillers met zincoördinatie en 100 stimuli van het ongerelateerde experiment).



Figuur 2. Plaatsing van de electrodes op het hoofd; het driehoekje aan de bovenkant stelt de neus van de proefpersoon voor.

Procedure

Tijdens de voorbereidingsfase werden bij een proefpersoon de electroden aangebracht middels een elastische 'cap' met 20 electrodes erop. Zie Figuur 2 voor een grafische weergave van de positie van deze electrodes. Tijdens het experiment zaten de proefpersonen op een comfortabele stoel achter een computerscherm (afstand tot het scherm ongeveer 60 cm) in een cabine die afgeschermd was voor geluid en elektrische signalen. Alle dialogen werden woord-voor-woord gepresenteerd in het midden van het scherm. Een woord was 243 ms zichtbaar, en werd gevolgd door 243 ms leeg scherm. Tussen de vraagcontext (bijv. "Wat gebeurde er?") en het daaropvolgende antwoord zat 729 ms. Elke dialoog werd voorafgegaan door een sterretje (*) dat 1 seconde zichtbaar was en dat aangaf dat een nieuwe dialoog zou beginnen. Aan het einde van de zin werd het woord 'knipper' vertoond (3 sec.) dat aangaf dat de proefpersoon met de ogen kon knipperen; proefpersonen werd gevraagd om niet te knipperen gedurende de presentatie van de dialogen, omdat dit de metingen ernstig zou kunnen verstoren. Om de proefpersonen aandachtig te laten lezen werden er verspreid over het experiment 35 vragen gesteld over de inhoud van de voorafgaande dialoog (ongeveer 1 vraag per 6 dialogen). Deze vraag kon met 'ja' of 'nee' beantwoord worden met behulp van twee knoppen op een knoppenkast. Elke vraag werd gevolgd door een filler-dialoog, om te voorkomen dat mogelijke problemen bij het beantwoorden van de vragen de verwerking van de experimentele dialogen zouden beïnvloeden. Gedurende het experiment kreeg de proefpersoon gelegenheid om te pauzeren na elk blok van 50 dialogen. Het totale experiment duurde ongeveer een uur en drie kwartier, inclusief voorbereiding.

3.2 Resultaten

Analyse

Gemiddeld werd 85% (SD=5.6) van alle inhoudsvragen (zie Procedure) correct beantwoord, hetgeen aangeeft dat de proefpersonen met volle aandacht aan het experiment hebben meegedaan. Op basis van visuele inspectie van de data zijn drie tijdsintervallen uitgekozen voor verdere analyse: 1) 180-320 ms na aanbieding van het kritische woord (i.e., het bijwoord); 2) 350-550 ms na het kritische woord; 3) 550-750 ms na het kritische woord. Over elk van de drie gekozen tijdsintervallen is een gemiddeld voltage berekend voor elke conditie van elke proefpersoon op elke electrode. De electrodes werden daarna in drie sets verdeeld: 1) de 'prefrontale' electrodes Fp1, Fza en Fp2; 2) de 'occipitale' electrodes O1 en O2; 3) de rest van electrodes voor de belangrijkste analyse, ook wel de 'hoofdanalyse' genoemd. In deze hoofdanalyse wordt niet alleen de inhoudelijke factor *Conditie* (incongruent vs. congruent) bekeken, maar zijn ook de topografische factoren *Anterioriteit* (met de niveaus: frontaal vs. centraal vs. posterieur) en *Lateraliteit* (met de niveaus: uiterst links vs. links vs. midden vs. rechts vs. uiterst rechts) opgenomen om na te gaan hoe de zogenaamde 'schedelverdeling' is van de effecten: waar zijn de effecten het grootst en waar zijn ze kleiner, afwezig, of zelfs tegengesteld. Bij de analyses op prefrontale en occipitale electrodes heeft de factor *Lateraliteit* drie (links vs. midden vs. rechts), respectievelijk twee (links vs. rechts) niveau's; de factor *Anterioriteit* is hier niet van toepassing. Omdat alleen effecten waarin de factor *Conditie* voorkomt iets zeggen over onze pragmatische manipulatie zullen andere (topografische) effecten hier niet verder worden besproken.

Vroege bipolaire component (180-320 ms post-onset)

Het hoofdeffect van *Conditie* en het interactie-effect tussen *Conditie* en *Lateraliteit* waren niet significant (F -waardes < 1). De interactie *Conditie* x *Anterioriteit* was dat wel ($F(2,30)=5.34$, $p < .05$), maar werd gekwalificeerd door de significante driewegsinteractie tussen *Conditie*, *Anterioriteit* en *Lateraliteit* ($F(8,120)=2.22$, $p < .05$). Vervolganalyses lieten zien dat er interacties waren tussen *Conditie* en *Anterioriteit* op elk niveau van *Lateraliteit*, met uitzondering van de uiterst rechterkant (uiterst links: $F(2,30)=3.20$, $p=.069$; links: $F(2,30)=7.36$, $p < .01$; midden: $F(2,30)=8.72$, $p < .01$; rechts: $F(2,30)=3.18$, $p=.069$; uiterst rechts $F < 1$). In elk van deze interacties was er sprake van een negativiteit (incongruent negatiever dan congruent) op de frontale electrodes en een positiviteit (incongruent positiever dan congruent) op de posterieure electrodes. De centrale electrodes zaten daar tussenin. Zie tabel 1 voor een weergave van de effectgroottes en bijbehorende significanties.

Tabel 1 Effectgroottes (incongruent minus congruent, in μV) voor frontale, centrale en posterieure electrodes op elk niveau van Lateraliteit. In grijs gemarkeerde cellen is het effect van Conditie (marginaal) significant ($p < .10$).

	Uiterst links	Links	Midden	Rechts	Uiterst rechts
Frontaal	-0.8	-0.7	-0.9	-0.5	-0.4
Centraal	0.0	0.4	0.5	0.2	0.2
Posterieur	0.9	1.1	1.2	0.6	0.1

De analyse op de prefrontale elektroden leverde geen significante resultaten op; de analyse op de occipitale elektroden liet een significant hoofdeffect van Conditie zien ($F(1,15)=5.53$, $p<.01$), waarbij de incongruente conditie positiever was dan de congruente conditie (een verschil van $0.81 \mu V$); er was geen interactie met Lateraliteit ($p>.25$).

Vroege positiviteit (350-550 ms post-onset)

In de hoofdanalyse was er een significant hoofdeffect van Conditie ($F(1,15)=5.95$, $p<.05$), met een grotere positiviteit voor de incongruente conditie vergeleken met de congruente conditie (een verschil van $1.27 \mu V$). Er was geen interactie met de topografische factoren Anterioriteit en Lateraliteit (F -waardes <1). In de analyse op de prefrontale elektroden was ook alleen het hoofdeffect van Conditie significant (een verschil van $1.82 \mu V$; $F(1,15)=7.61$, $p<.05$). Er waren geen significante effecten in de analyse op de occipitale elektroden (alle p -waardes $>.19$).

Late positiviteit (550-750 ms post-onset)

Wat betreft de late positiviteit werd er een hoofdeffect gevonden van Conditie ($F(1,15)=7.99$, $p<.05$), met een grotere positiviteit voor de incongruente conditie vergeleken met de congruente conditie (een verschil van $1.89 \mu V$). Er was geen interactie met Anterioriteit ($F<1$), maar de interactie met Lateraliteit was marginaal significant ($F(4,60)=2.22$, $p=.10$). Deze interactie werd echter gekwalificeerd door een significante drie-wegsinteractie tussen Conditie, Anterioriteit en Lateraliteit ($F(8,120)=2.13$, $p=.05$). Deze interactie werd veroorzaakt doordat het effect van Conditie (hier: incongruent positiever dan congruent) met name groot is op de linkse en uiterst linkse elektroden; in het midden en rechts is de positiviteit vooral op frontale elektroden te zien, en uiterst rechts is het effect van Conditie zelfs afwezig. Zie tabel 2 voor een weergave van effectgroottes en significanties.

In de prefrontale analyse was alleen het hoofdeffect van Conditie significant: de incongruente conditie was positiever dan de congruente (een verschil van $2.82 \mu V$; $F(1,15)=11.65$, $p<.005$). Uit de analyses van de occipitale elektroden tenslotte bleek dat incongruentie een positief verschil veroorzaakte aan de linkerkant (O1: $0.54 \mu V$) en een negatief verschil aan de rechterkant (O2: $-0.16 \mu V$). Deze interactie was marginaal significant ($F(1,15)=3.64$, $p=.076$).

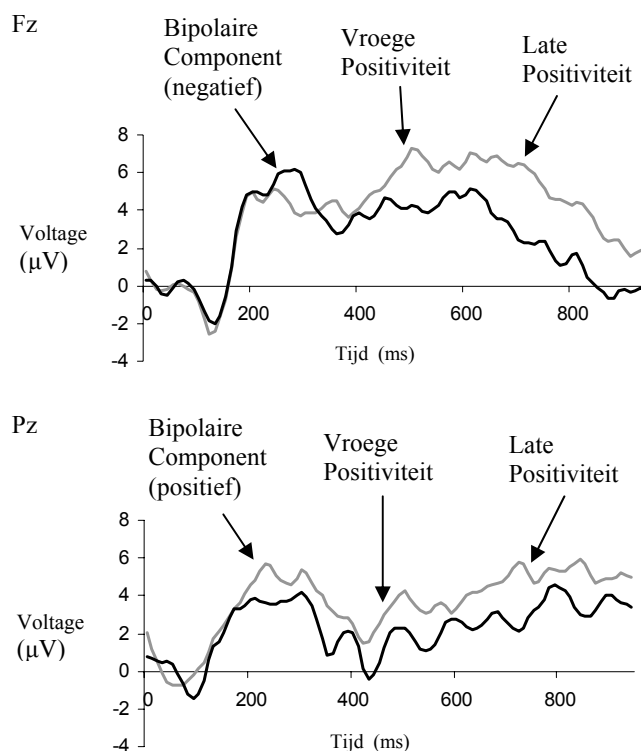
Tabel 2 Effectgroottes (incongruent minus congruent, in μV) voor frontale, centrale en posterieure elektroden op elk niveau van Lateraliteit. In grijs gemarkeerde cellen is het effect van Conditie (marginaal) significant ($p<.10$).

	Uiterst links	Links	Midden	Rechts	Uiterst rechts
Frontaal	2.1	3.2	2.6	2.3	1.1
Centraal	2.3	2.1	1.2	1.4	1.3
Posterieur	2.3	2.7	1.9	1.3	0.5

Samenvatting Resultaten

De schending van pragmatische verwachtingen in deze mini-dialogen had een zeer duidelijke weerslag op het ERP golfpatroon, en wel op drie verschillende momenten. Als eerste was er een relatief vroeg effect te zien dat al na 180 ms na het verschijnen

van het kritische woord optrad. Deze vroege respons was een bipolair effect - een frontale negativiteit gekoppeld aan een posterieure positiviteit - dat met name zichtbaar was op electrodes in het midden en links op de schedel (het was afwezig aan de uiterste rechterzijde). Dit bipolaire effect werd gevolgd door een tweede effect: een positiviteit die algemeen op de schedel te zien was (behalve op de occipitale electrodes). Dit effect was te zien tussen 350 en 550 ms na het kritische woord. Deze 'vroege' positiviteit mondde uiteindelijk uit in een 'late' positiviteit die het meest geprononceerd was aan de linkerzijde van de schedel, en die met name groot was op frontale en prefrontale electrodes.



Figuur 3. ERP-golffpatronen voor incongruente (grijs) en congruente dialogen (zwart) op een frontale (Fz) en een posterieure electrode (Pz).

3.3 Discussie

We hebben gezien dat het Griceaanse Maxime van Hoeveelheid van groot belang is voor de onmiddellijke verwerking van taaluitingen. Nog geen 180 ms nadat duidelijk is geworden dat het Maxime is geschonden is er al een significante verschuiving in het ERP signaal te zien van de incongruente conditie ten opzichte van de congruente conditie. Op frontale electrodes (d.w.z., aan de voorzijde van de schedel), is deze verschuiving negatief, op meer posterieure electrodes (aan de achterkant) is de verschuiving positief. Deze vroege bipolaire component in het ERP-patroon - die volgen ons

nog niet eerder gevonden is - is hoogstwaarschijnlijk een weerslag van de detectie van een pragmatische fout. De taalgebruiker verwacht dat de zojuist gepresenteerde entiteit (hier, 'de wethouder') een actie uit gaat voeren. Zodra het desambiguerende bijwoord wordt gepresenteerd blijkt dat deze verwachting niet klopt, hetgeen zich dan manifesteert als een pragmatische 'foutmelding'. Men zou kunnen tegenwerpen dat dit niet een puur pragmatisch effect is, maar juist een syntactisch effect dat wordt geïnstigeerd door de pragmatische manipulatie. Immers, de taalgebruiker verwacht naar alle waarschijnlijkheid een werkwoord (als in: "... en de wethouder lachte"), maar krijgt een woord van een geheel andere grammaticale klasse, namelijk een bijwoord (bijv., "uitbundig"). Echter, in dat geval zouden we een component verwachten die steevast optreedt bij schendingen van syntactische categorie, te weten een vroege, linksfrontale negativiteit die ook wel ELAN (Early Left Anterior Negativity) genoemd wordt (Friederici, 1995). In het huidige onderzoek vinden we echter naast de negativiteit ook duidelijk een positiviteit. Bovendien is de schedelverdeling van het effect dat we hier hebben gevonden nogal verschillend van die van de ELAN. Het lijkt er dus op dat we een unieke, pragmatische component hebben geïdentificeerd die gevoelig is voor schending van pragmatische verwachtingen, bij de luisteraar gecreëerd op basis van het Maxime van Hoeveelheid.

Na het vroege bipolaire effect vinden we een relatief vroege positiviteit in het tijdsinterval waar normaliter de N400 voorkomt (350-550 ms post-onset). Deze positiviteit komt op bijna alle electrodes voor behalve helemaal achter op de schedel, bij de occipitale electrodes. Dit effect vertoont grote overeenkomsten met een vroege positiviteit zoals gevonden door Bornkessel, Schlesewsky en Friederici (2002). Volgens Bornkessel et al. was deze positiviteit een weerspiegeling van 'thematische' heranalyse, waarbij de thematische rol die in eerste instantie aan een discourse entiteit was toegekend, uiteindelijk niet bleek te passen. In het huidige onderzoek zou zeker ook thematische heranalyse op kunnen treden omdat de ambigue NP (hier: 'de producent') pragmatisch gezien een AGENS (de entiteit die een handeling uitvoert) zou moeten zijn, maar uiteindelijk een PATIENS (de entiteit die een handeling ondergaat) blijkt te zijn. Het zou dus deze thematische verwarring kunnen zijn geweest die tot de vroege positiviteit heeft geleid.

Tenslotte vinden we na de vroege bipolaire en de vroege positieve component een groot positief effect voor de incongruente dialogen dat gezien het tijdsverloop sterk aan een P600 doet denken. De schedelverdeling wijkt enigszins af van die van de 'standaard' P600: in plaats van een brede verdeling op de achterkant van de schedel vinden we hier een enigszins naar links verschoven positiviteit die met name op de frontale en prefrontale electrodes erg sterk is. Desalniettemin is het erg waarschijnlijk dat we hier met een lid van de P600 familie te maken hebben, al was het maar omdat we hier een P600 verwachtten: de P600 is namelijk een universele reactie op syntactische en semantische anomalie, dus waarom niet op pragmatische anomalie? De taalgebruiker doet haar uiterste best om alle taaluitingen te begrijpen en investeert over het algemeen veel om tot een coherente betekenis van een uiting te komen (Hoeks et al., 2004). De reden daarvoor is dat de lezer/luisteraar ervan uitgaat dat de spreker/schrijver een rationeel wezen is dat waarheidsgetrouwe uitspraken doet, zoals ook door Grice beschreven (Grice, 1975). Wanneer taalgebruikers dus met taaluitingen worden geconfronteerd die niet helemaal kloppen, zullen ze alles doen om tot een coherente representatie van hetgeen gezegd werd te komen, met als laatste optie de syntactische heranalyse die zich manifesteert als een P600.

4 Conclusie

Volgens Grice gaan taalgebruikers ervan uit dat hun gesprekspartners rationele wezens zijn die waarheidsgetrouwe uitspraken doen en die niet meer, maar zeker ook niet minder zeggen dan noodzakelijk. Een experiment met ERP-registratie heeft overtuigend laten zien dat Grice gelijk had. Wanneer een gegeven taaluiting binnen een dialoog niet met het Maxime van Hoeveelheid strookt, wordt dit bijzonder snel - binnen 200 ms - gesignaleerd en wordt met thematische, en uiteindelijk ook syntactische heranalyse geprobeerd om toch tot een coherente representatie van zo'n taaluiting te komen. Dit zou voor sprekers en schrijvers een les moeten zijn: schendingen van Griceaanse maxims kosten uw lezers en toehoorders meer cognitieve energie dan hen lief is.

Literatuur

- Bornkessel, I., Schlesewsky, M., & Friederici, A.D. (2002). Beyond syntax: language-related positivities reflect the revision of hierarchies. *NeuroReport*, 13(3), 361-364.
- Campbell, J. (2001). *The liar's tale*. New York, NY: Norton.
- Friederici, A.D. (1995). The time course of syntactic activation during language processing: A model based on neuro-psychological and neurophysiological data. *Brain and Language*, 50, 259-281.
- Grice, H.P. (1975). Logic and Conversation. In P. Cole & J. L. Morgan (Eds.), *Syntax and Semantics, Volume 3: Speech Acts* (pp. 41-58). New York: Academic Press.
- Hagoort, P., Brown, C.M., & Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8, 439-484.
- Hoeks, J.C.J. (1999). *The processing of coordination: semantic and pragmatic constraints on ambiguity resolution*. Doctoral Dissertation. University of Nijmegen, The Netherlands.
- Hoeks, J.C.J., Hendriks, P., Vonk, W., Brown, C.M., & Hagoort, P. (2006). Processing the NP- versus S-coordination ambiguity: thematic information does not completely eliminate processing difficulty. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 1581-1599.
- Hoeks, J.C.J., Vonk, W., & Schriefers, H. (2002). Processing coordinated structures in context: the effect of topic-structure on ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language*, 46, 99-119.
- Hoeks, J.C.J., Stowe, L.A., & Doedens, L.G. (2004). Seeing words in context: the interaction of lexical and sentence level information during reading. *Cognitive Brain Research*, 19, 59-73.
- Horn, L.R. (2004). Implicature. In L.R. Horn & G. Ward (Eds.), *The handbook of pragmatics* (pp. 3-28). Malden, MA: Blackwell.
- Kutas, M., & Hillyard, S.A. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.
- Lambrecht, K. (1994). *Information structure and sentence form: Topic, focus, and the mental representation of discourse referents*. Cambridge, MA: University Press.