

Spraakgeluid en woordherkenning : het relatieve gewicht van het begin en eind van een gesproken woord

Citation for published version (APA):

Vlugt, van der, M. J. (1987). *Spraakgeluid en woordherkenning : het relatieve gewicht van het begin en eind van een gesproken woord*. [Dissertatie 1 (Onderzoek TU/e / Promotie TU/e), Industrial Engineering and Innovation Sciences]. Technische Universiteit Eindhoven. <https://doi.org/10.6100/IR274693>

DOI:

[10.6100/IR274693](https://doi.org/10.6100/IR274693)

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1987

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Spraakgeluid

en

woordherkenning:

het relatieve gewicht van het
begin en eind van een gesproken woord

M.J. van der Vlugt

**Spraakgeluid en
woordherkenning:
het relatieve gewicht van het
begin en eind van een gesproken
woord**

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van doctor aan de
Technische Universiteit Eindhoven, op gezag van de
rector magnificus, prof. dr. F.N. Hooge, voor een
commissie aangewezen door het college van dekanen in
het openbaar te verdedigen op vrijdag 4 december 1987
te 14.00 uur

door

Martinus Johannes van der Vlugt

geboren te Haarlem

Dit proefschrift is goedgekeurd door de promotoren:

prof. dr. S.G. Nootboom

en

prof. dr. H. Bouma

copromotor: dr. S.M. Marcus

Deze onderzoeken werden uitgevoerd aan het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) te Eindhoven. Deze onderzoeken werden gesteund door de Stichting Taalwetenschap, die wordt gesubsidieerd door de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek (ZWO).

Inhoud

Een woord van dank	iv
Lijst van de gebruikte fonologische tekens	v
Voorwoord	vii
1 Herkennen van gesproken woorden	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Verschillende typen van redundantie	2
1.3 Aanwijzingen voor een grotere gevoeligheid voor woordbegininformatie	4
1.4 Korte schets van de volgende hoofdstukken	9
2 Herkenning van CVC-woorden	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Enige overwegingen bij de experimenten	16
2.2.1 Keuze van de taak	16
2.2.2 Overwegingen bij het stimulusmateriaal	17
2.3 Methode	18
2.3.1 De akoestische bouwstenen	18
2.3.2 Materiaal onzinwoord-waarnemingstaak	19
2.3.3 Materiaal woord-herkenningstaak	20
2.3.4 Materiaal lexicale zoektaak	20
2.3.5 Procedure	21
2.4 Resultaten	21
2.4.1 Lexicale zoektaak	22
2.4.2 Onzinwoord-waarnemingstaak	22
2.4.3 Woord-herkenningstaak, observaties en voorspellingen	32
2.4.4 Een deel van de data nader beschouwd	35
2.4.5 Verwarringen in de woord-herkenningstaak	37
2.5 Discussie	39
3 Herkenning van gelede woorden	43
3.1 Inleiding	43
3.2 Methode	47

3.2.1	Stimulusvormen	47
3.2.2	Verzamelen van woorden voor de kwartetten	47
3.2.3	Selecteren van woorden met een hoge beschikbaarheid	48
3.2.3.1	Methode lexicale decisietaak	49
	Stimuli lexicale decisietaak	49
	Proefpersonen, materiaal en procedure	50
3.2.3.2	Resultaten en discussie lexicale decisietaak	50
	Reactietijden van woorden en niet-woorden	51
	Verband tussen aantal correcte responsies en reactietijden bij woorden	51
	Relatie tussen woordlengte en reactietijden	52
	Uiteindelijke selectie van woorden voor het woordherkenningsexperiment	53
3.2.4	In het materiaal opgenomen affixen	54
3.2.5	Vullers in het materiaal	56
3.2.6	Stimuli van de woord-herkenningstaak	57
3.2.7	Stimulusbanden	58
3.2.8	Procedure en proefpersonen	60
3.3	Resultaten	60
3.3.1	Verskil tussen de stimulusbanden?	61
3.3.2	Invloed van herhaalde aanbieding van het stammorfeem	62
3.3.3	Invloed van toevoeging van affixen op de herkenning	63
3.3.4	Invloed van de mate van lexicale inperking op de herkenning	65
3.3.5	Invloed van positie van de toegevoegde informatie	67
3.3.6	Verwarringen in de woord-herkenningstaak	67
3.4	Discussie	70
4	Herkenning van langere monomorfematische woorden	73
4.1	Inleiding	73
4.2	Methode	76
4.2.1	Woorden in de woord-herkenningstaak	78
4.2.2	Onzinwoorden in de onzinwoord-waarnemingstaak	80
4.2.3	Het maken van de stimuli, verminderen van de verstaanbaarheid	80
4.2.4	Geluidsbanden	82
	4.2.4.1 Woord-herkenningstaak	82
	4.2.4.2 Onzinwoord-waarnemingstaak	83
4.2.5	Proefpersonen en procedure	84
4.3	Resultaten	84
4.3.1	De onzinwoord-waarnemingstaak	85
4.3.2	De woord-herkenningstaak	86
	4.3.2.1 Percentages correcte responsies in de woordherkenningstaak	86

4.3.2.2	Klemtoonpositie en herkenbaarheid in de woord-herkenningstaak	87
4.3.2.3	Lexicale informatie in woordbegin- en wordeind-fragmenten	88
4.3.3	Verwarringen in de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak	89
4.4	Discussie	91
5	Algemene discussie en conclusies	95
5.1	De vraag	95
5.1.1	Nogmaals CVC-woorden	96
5.1.2	Nogmaals gelede woorden	96
5.2	Andere onderzoeken	97
5.2.1	Ander onderzoek op het gebied van spraakherkenning	98
5.2.2	Onderzoek op verwante gebieden	102
5.2.2.1	Versprekingen en het TOT-fenomeen	102
5.2.2.2	Visuele woordherkenning	104
5.3	Stimulusinformatie en het mentale lexicon	107
5.4	Besluit	109
	Samenvatting	111
	Summary	114
	Referenties	117
	Curriculum Vitae	122

Een woord van dank

Dit proefschrift zou niet tot stand zijn gekomen als niet velen dit mogelijk zouden hebben gemaakt.

In de eerste plaats wil ik prof. dr. S.G. Nootboom bedanken voor het scheppen van een stimulerend klimaat voor het schrijven van dit proefschrift. Het geduld dat hij toonde wat betreft mijn vorderingen en de uitzonderlijke snelheid waarmee mijn werk steeds becommentarieerd werd, heb ik zeer gewaardeerd.

Het Instituut voor Perceptie Onderzoek bedank ik graag omdat het mij ook na afloop van mijn arbeidscontract alle ruimte en mogelijkheden heeft gegeven om dit proefschrift te voltooien.

Ik ben prof. dr. H. Bouma en dr. S.M. Marcus zeer erkentelijk voor hun waardevolle opmerkingen bij eerdere versies van dit proefschrift die zeer ten goede zijn gekomen aan dit proefschrift.

Alle medewerkers van het Instituut voor Perceptie Onderzoek, die in meerdere of mindere mate betrokken zijn geweest bij het onderzoek waarvan dit het verslag is, wil ik hartelijk bedanken.

Schrijven kost tijd. Omdat mijn vrouw Wally en mijn kinderen mij vele uren node hebben moeten missen wil ik hen hier ook hartelijk bedanken.

Lijst van de gebruikte fonologische tekens ^{1 2}

Teken	als in		Teken	als in
/a/	la <u>a</u> t		/p/	pa <u>al</u>
/e/	he <u>e</u> t		/b/	ba <u>s</u>
/i/	bi <u>i</u> t		/t/	ta <u>k</u>
/o/	bo <u>o</u> t		/d/	da <u>k</u>
/u/	bo <u>u</u> r		/k/	ka <u>t</u>
/y/	hu <u>u</u> r		/g/	go <u>al</u>
/a/	ba <u>d</u>		/f/	fi <u>er</u>
/ε/	be <u>d</u>		/v/	yo <u>s</u>
/I/	ki <u>p</u>		/s/	so <u>ep</u>
/ɔ/	bo <u>ɔ</u> d		/z/	ze <u>t</u>
/œ/	hu <u>t</u>		/ʃ/	sj <u>aa</u> l
/ei/	di <u>jk</u>		/x/	ga <u>l</u>
/Δy/	tu <u>in</u>		/m/	ma <u>n</u>
/ð/	de		/n/	na <u>t</u>
			/ŋ/	la <u>ng</u>
			/l/	la <u>ag</u>
			/r/	ra <u>ad</u>
			/j/	ja <u>s</u>
			/w/	wa <u>l</u>

¹De notatie van Nootboom en Cohen (Nootboom & Cohen, 1984) is zoveel mogelijk aangehouden.

²Fonologische notaties van klankvormen worden gewoonlijk tussen schuine strepen „/” geplaatst.

Voorwoord

In dit proefschrift wordt verslag gedaan van een onderzoek dat heeft plaatsgevonden aan het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) te Eindhoven. Het werd mogelijk gemaakt door honorering van een aanvraag daartoe bij de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek (ZWO) via de werkgemeenschap Fonetiek van de Stichting Taalwetenschap.

Het IPO-onderzoek is gericht op het verwerken door mensen van perceptieve informatie in wisselwerking met apparatuur en programmatuur. Een van de thema's van het onderzoek van het IPO is "horen en spraak". Binnen dit thema staat de auditieve informatieverwerking, met name van spraakgeluid, centraal. Voor een belangrijk gedeelte gaat het hierbij om de samenhang tussen spraakgeluid enerzijds en het horen, herkennen en begrijpen van spraak anderzijds. Twee invalshoeken kunnen hierbij onderscheiden worden. In de eerste plaats wordt geprobeerd kennis over spraak te verwerven zodat deze efficiënter gecodeerd en beter gemanipuleerd kan worden. Ook het genereren van kunstmatige spraakuitingen valt onder dit streven. Ten tweede wordt onderzoek gedaan naar een aantal aspecten van de perceptie van spraak.

Hier wordt verslag gedaan van onderzoek naar de wijze waarop mensen afzonderlijke woorden herkennen. Bij de herkenning van gesproken woorden zijn twee bronnen van informatie betrokken, namelijk het spraakgeluid en een woordenschat. In dit onderzoek staat de vraag centraal in welke mate spraakklanken uit verschillende delen van een woord, in wisselwerking met de woordenschat, van belang zijn voor de woordherkenning. In een aantal experimenten met verschillende soorten woorden: korte éénlettergrepige woorden, gelede woorden en langere ongelede woorden, is getracht hier inzicht in te krijgen.

Kennis over de wijze waarop in het menselijke herkenningsproces deze beide informatiebronnen samenwerken kan van belang zijn voor bijvoorbeeld het ontwerpen van automatische spraakherkenners, voor het genereren van zo natuurlijk mogelijke kunstmatige spraak en voor het ontwikkelen van hulpmiddelen voor personen die gehandicapt zijn in het spraakverstaan. Het hier beschreven onderzoek hoopt hier een bijdrage toe te leveren.

Hoofdstuk 1

Herkennen van gesproken woorden

1.1 Inleiding

In deze studie staat de vraag centraal of het woordherkenningsproces gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een gesproken woord dan voor spraakklanken uit het eind van een gesproken woord. Veel woorden kunnen herkend worden ook al ontbreekt er een deel van de informatie. Dit geldt zowel voor de herkenning van gesproken als gedrukte woorden. Zo kan bijvoorbeeld het woord DROMEDARIS in een woordenboek teruggevonden worden als slechts DROMED- beschikbaar is. Ook kunnen we in principe dat woord in een woordenboek terugvinden als slechts -EDARIS zichtbaar is. Vaak blijkt de informatie die we beschikbaar hebben om woorden mee te herkennen redundant te zijn. In de verbale communicatie van alledag is dit dikwijls een groot voordeel. Het komt immers vaak voor dat het spraakgeluid van een spreker, bijvoorbeeld door onzorgvuldige articulatie of omgevingslawaai, niet goed bewaard blijft. Het ontbreken of slecht gespecificeerd zijn van delen van de klankvorm hoeft onder die omstandigheden herkenning van het gesprokene niet te verhinderen. Waar het in deze studie om gaat is of herkenning van een woord moeilijker is als stimulusinformatie uit het begin van een woord ontbreekt dan als stimulusinformatie uit het eind van een woord ontbreekt. Een aanwijzing voor het eerste zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat velen ermee instemmen dat het makkelijker is om op het woord DROMEDARIS te komen wanneer DROMED- bekend is dan wanneer -EDARIS de stimulus is. (Experimentele aanwijzingen voor dit relatief grote belang van het woordbegin zullen later aan de orde komen, zie 1.3.)

Om wat meer greep op deze materie te krijgen is het nodig nader in te gaan op wat hier bedoeld wordt met redundantie, en wat er aan empirische evidentie bestaat om te veronderstellen dat woordbegininformatie in het herkenningsproces van speciaal belang is. In de volgende paragraaf (1.2) zal ingegaan worden op de verschillende vormen waarin woorden in het mentale lexicon van de luisteraar redundant gerepresenteerd kunnen zijn. In 1.3 zal de evidentie die aanwezig is om

te veronderstellen dat het herkenningsproces van gesproken woorden gevoeliger is voor woordbegininformatie nader worden beschouwd. Tot slot van dit hoofdstuk zal in 1.4 een schets gegeven worden van de zaken die in de volgende hoofdstukken aan de orde komen.

1.2 Verschillende typen van redundantie

De hoeveelheid informatie die een boodschap of signaal geeft, wordt wel gedefinieerd als de onzekerheid die door de boodschap of het signaal wordt opgeheven (van de Geer, 1957). De mate van onzekerheid die bestaat vóórdát een boodschap of signaal is ontvangen, is afhankelijk van de statistische kenmerken van de totale verzameling mogelijke boodschappen of signalen. Redundantie wordt door van de Geer beschreven als het achterblijven van de feitelijke hoeveelheid informatie in een boodschap of signaal bij de theoretisch maximaal mogelijke hoeveelheid informatie. Of anders geformuleerd: boodschappen of signalen worden redundant genoemd als zij minder informatie bevatten dan theoretisch mogelijk is. In deze studie wordt de informatie die beschikbaar komt bij een volledige gesproken of gedrukte versie van een woord redundant genoemd als het wegnemen van een deel van de informatie herkenning niet onmogelijk maakt. In het mentale lexicon van de taalgebruiker zijn veel woorden redundant gerepresenteerd. Immers ook als de beschikbare informatie onvolledig is blijkt het vaak mogelijk woorden te herkennen. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen verschillende vormen van redundantie. Hier wordt ingegaan op redundantie op het niveau van afzonderlijke spraakklanken, op fonotactisch niveau (op het niveau van combinaties van fonemen) en op lexicaal niveau.

Spraakklanken kunnen meer of minder van elkaar verschillen. Dergelijke verschillen kunnen beschreven worden als het wel of niet aanwezig zijn van distinctieve kenmerken (Chomsky & Halle, 1968). Deze distinctieve kenmerken kunnen twee- of meerwaardig zijn. Zo onderscheiden in het Nederlands /t/ en /d/ zich van elkaar in slechts één kenmerk doordat /t/ stemloos en /d/ stemhebbend is. Er zijn, althans binnen een fonologische beschrijving, geen andere kenmerken waarin zij van elkaar verschillen. Fonemen kunnen ook in meerdere kenmerken van elkaar verschillen. Zo verschillen de fonemen /k/ en /p/ van elkaar op de kenmerken hoog¹, achter² en anterior³. Er is een beperkt aantal distinctieve kenmerken waarmee onderscheid gemaakt kan worden tussen alle fonemen van alle talen. Nu zijn niet alle distinctieve kenmerken voor alle talen van belang. Vaak kunnen de fonemen van een bepaalde taal met een deelverzameling van de kenmerken beschreven worden. Voor het Nederlands zijn vijftien distinctieve kenmerken van belang (Booij, 1981). Met vijftien kenmerken zouden in principe

¹Tong in hoge positie.

²Tong zit ver naar achteren.

³[+ anterior]: obstructie voor in de mond; [- anterior]: obstructie achter in de mond.

tenminste $2^{15} \approx 33000$ fonemen gevormd kunnen worden. Sommige kenmerken kunnen echter in geen enkele taal in één foneem samengaan. Daarnaast zijn er in het Nederlands bepaalde beperkingen aan het samengaan van distinctieve kenmerken in fonemen. Zo is het in het Nederlands niet mogelijk voor een foneem tegelijkertijd de eigenschap stemloos en klinker te hebben. In het Nederlands komen dan ook aanzienlijk minder fonemen dan het theoretisch mogelijke aantal voor, namelijk ongeveer 40. Dit betekent dat om een foneem te kunnen herkennen het niet altijd nodig is de aan- of afwezigheid van alle relevante distinctieve kenmerken te kennen. Met andere woorden, fonemen zijn gemiddeld redundant gecodeerd in distinctieve kenmerken.

Gesproken woorden kunnen beschreven worden als een opeenvolging van spraakklanken of fonemen. Nu zijn er in het Nederlands beperkingen aan de mogelijke opeenvolgingen van fonemen (Cohen, Ebeling, Fokkema & Holk, 1971). Zo is het in het Nederlands niet mogelijk dat een woord begint met vier consonanten; in een andere taal kan dat wel mogelijk zijn. Als we weten dat een woord in het Nederlands met drie consonanten begint dan is daaruit af te leiden dat de volgende spraakklank een klinker moet zijn. We weten zelfs meer: de drie consonanten vormen het cluster /spr/, /spl/, /sxr/⁴ of /str/; andere clusters van drie consonanten komen in het Nederlands aan het begin van een woord niet voor. Ook kan in het Nederlands een woord niet op een stemhebbende consonant eindigen; in het Engels mag dit wel. Dergelijke beperkingen en afhankelijkheden zijn er voor verantwoordelijk dat het aantal combinatiemogelijkheden van fonemen om een opeenvolging van een bepaald aantal fonemen te maken aanzienlijk kleiner is dan het aantal dat zonder die beperkingen zou kunnen worden gevormd. Combineren we dit met de redundantie op het niveau van individuele spraakklanken dan heeft dit tot gevolg dat meestal nog aanzienlijk minder distinctieve kenmerken bekend hoeven te zijn om een bepaalde klankvorm te kunnen reconstrueren.

De laatste vorm van redundantie waaraan hier aandacht wordt besteed is die op lexicaal niveau. Hoewel er in een taal veel beperkingen zijn aan het combineren van fonemen tot toelaatbare spraakklankopeenvolgingen zijn er zeer veel van die opeenvolgingen mogelijk. Niet alle mogelijke opeenvolgingen van fonemen vormen echter woorden. Er zijn veel opeenvolgingen van fonemen die een woord zouden kunnen representeren maar waaraan geen betekenis is gekoppeld. Als een gevolg hiervan is het vaak mogelijk een woord te herkennen zonder dat informatie over alle samenstellende fonemen beschikbaar is. In het dagelijks leven heeft dit het grote voordeel dat woorden vaak herkend kunnen worden ook al ontbreekt, door verstoring, informatie over delen van het spraaksignaal. Zo kan bijvoorbeeld een gesproken versie van het woord DROMEDARIS herkend worden ook al ontbreken de eerste of laatste twee spraakklanken. Nu kan natuurlijk niet bij elk woord straffeloos zo maar een foneem verwijderd worden. Zouden we bij een woord als KAM het foneem /k/ onhoorbaar maken dan is dat woord niet meer

⁴/sxr/: schr- als in 'schrift'.

uniek te identificeren maar zijn bijvoorbeeld ook LAM, NAM en DAM mogelijk. Bij korte woorden is het meestal niet mogelijk fonemen te verwijderen zonder dat daarmee herkenning onmogelijk wordt gemaakt. Bij langere woorden is dit vaak wel mogelijk. In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat korte woorden minder redundant in het lexicon gerepresenteerd zijn dan langere woorden.

Tot nu toe is ervan uitgegaan dat het mogelijk is verschillen tussen gesproken woorden te beschrijven op basis van fonemen. In een aantal gevallen is de beschrijving in fonemen echter onvoldoende om onderscheid te maken tussen twee gesproken woordvormen met verschillende betekenissen en is daarvoor de positie van de klemtoon beslissend. Een voorbeeld is het onderscheid tussen de woorden CANON (/ˈkɑnɔn/) en KANON (/kɑˈnɔn/) dat alleen gemaakt kan worden aan de hand van de klemtoonpositie. Vaak echter is het niet nodig de plaats van het lexicale accent te kennen om het woord te kunnen herkennen en is kennis over de positie van de klemtoon op te vatten als overvloedige informatie.

Dat woorden van begin naar eind uitgesproken worden heeft tot gevolg dat de hoeveelheid spraakgeluid die voor het herkenningproces beschikbaar komt in de tijd gezien toeneemt. Wellicht wordt daarom in het herkenningproces niet hetzelfde gewicht toegekend aan informatie uit verschillende delen van een woord. Gegeven dat woorden met een deel van de spraakklanken herkend kunnen worden, is te verwachten dat juist informatie uit het begin van een woord van bijzonder belang is voor het woordherkenningproces. Luisteraars zouden ermee gebaat kunnen zijn als het woordherkenningproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie later uit een woord omdat daardoor een woord vroeger herkend kan worden. Het tot dan toe gehoorde kan dan sneller geïnterpreteerd worden en het wordt mogelijk te anticiperen op nieuw binnenkomende informatie.

1.3 Aanwijzingen voor een grotere gevoeligheid voor woordbegininformatie

Van verschillende kanten zijn er aanwijzingen aangedragen dat bij het terugvinden van woorden in het geheugen het begin van woorden een belangrijkere rol speelt dan latere delen van woorden. Behalve om onderzoeken op het gebied van auditieve woordherkenning gaat het hier om onderzoek naar versprekingen, het 'Tip-Of-the-Tongue' (TOT) fenomeen en visuele woordherkenning. Enige van die onderzoeken zullen hier nader worden bekeken. Aan een aantal andere zal in hoofdstuk 5 aandacht besteed worden.

In onderzoek van Marslen-Wilson (1980, 1984) werd de tijd gemeten die nodig was om fonemen in verschillende posities in woorden en onzinwoorden te detecteren. Naarmate het doelfoneem, gerekend vanaf het woordbegin, zich verderop in een woord bevond was er minder tijd nodig, gemeten vanaf het begin van het doelfoneem, om het te detecteren. Bij onzinwoorden had de positie van het te detecteren foneem geen invloed op de gemeten reactietijden. Nu zijn er tenminste twee manieren waarop doelfonemen in deze taak geïdentificeerd kun-

nen worden: op basis van alleen de akoestische informatie, of door eerst het gesproken woord te herkennen en pas dan na te gaan of het doelfoneem er in voorkomt (Dell & Newman, 1980; Foss & Blank, 1980; Marslen-Wilson, 1984). Volgens Marslen-Wilson ondersteunen zijn resultaten de hypothese dat fonemen in woorden pas gedetecteerd worden nadat het woord herkend is, de zogenaamde lexicale route. Ook laten deze resultaten zien dat een woord herkend kan worden, voordat het helemaal heeft geklonken. Naarmate de afstand tussen het doelfoneem en het woordbegin groter is neemt de kans toe dat het woord herkend wordt voordat het foneem wordt uitgesproken. Bij onzinwoorden kan niet naar een representatie in het mentale lexicon gezocht worden en moet de binnenkomende stroom spraakklanken op het doelfoneem gecontroleerd worden. Dit resulteert in constante reactietijden voor het detecteren van het doelfoneem in onzinwoorden: er is steeds evenveel tijd nodig om te besluiten dat een foneem in de binnenkomende spraakklanken aanwezig is en om een responsie te genereren.

Ook uit onderzoek waarin gesproken teksten geschaduwd moesten worden is evidentie voor een directe verwerking van het spraaksignaal in het woordherkenningsproces gevonden (Marslen-Wilson & Welsh, 1978). Schaduwen is het naspreken van een gesproken tekst met een zo klein mogelijke vertraging ten opzichte van de spreker. Dit betekent dat degene die een gesproken tekst schaduwet spreekt terwijl de spreker spreekt. Sommige mensen kunnen een gesproken tekst schaduwen en daarbij niet meer dan ongeveer 200 ms achterlopen op de spreker. Marslen-Wilson en Welsh lieten proefpersonen gesproken teksten schaduwen waarvan sommige woorden versprekingen bevatten. Proefpersonen werd gevraagd precies na te spreken wat zij hoorden. Marslen-Wilson en Welsh vonden dat bij versprekingen die dichterbij het eind van een woord lagen de oorspronkelijke fout minder vaak werd nagesproken dan bij versprekingen in het begin van een woord. De verschillende behandelingen van versprekingen in het begin van een woord en versprekingen in het eind van een woord werden niet veroorzaakt doordat proefpersonen bewust versprekingen in het eind van een woord verbeterden. Proefpersonen merkten versprekingen verderop in een woord eenvoudig minder vaak op. Volgens Marslen-Wilson en Welsh betekende dit dat het woord al herkend was voordat de verspreking door de proefpersoon was gehoord. Het was mogelijk een woord zo snel te herkennen door de akoestische informatie van het begin van het woord en door de kontekst waarin het werd uitgesproken. Was een woord eenmaal herkend dan werd de rest van de stimulus minder nauwkeurig gevolgd. Hierdoor werden versprekingen later in het woord minder vaak opgemerkt.

De resultaten van deze onderzoeken wijzen op een woordherkenningsproces dat onmiddellijk en efficiënt gebruik maakt van de akoestische informatie op het moment dat die beschikbaar komt. Het woordherkenningsproces lijkt er op gericht zo snel mogelijk een woordrepresentatie in het mentale lexicon te activeren. Deze gedachtengang is uitgewerkt tot een opvatting over woordherkenning die bekend staat als de cohorttheorie (Marslen-Wilson & Welsh, 1978; Marslen-Wilson & Tyler, 1980). Hierin wordt gesteld dat het eerste gedeelte van een

gesproken woord, ongeveer de eerste 200 ms van het spraaksignaal, een verzameling mogelijke woordkandidaten activeert: het initiële cohort. Voordat deze kandidaten in het initiële cohort worden opgenomen waren zij alleen gevoelig voor woordbegininformatie die overeenkwam met het begin van hun eigen specificatie. Deze kandidaten worden geactiveerd omdat hun representatie in het mentale lexicon in voldoende mate overeenstemt met de eigenschappen van het eerste deel van het spraaksignaal. De auditieve informatie die daarna binnenkomt sluit sommige kandidaten voor herkenning uit. Naarmate meer van het spraaksignaal beschikbaar komt zullen steeds meer kandidaten uit het cohort verwijderd worden. Dit zal doorgaan totdat zich nog maar één kandidaat in het cohort bevindt; op dat moment nu is er sprake van herkenning (Marslen-Wilson & Welsh, 1978; Marslen-Wilson & Tyler, 1980). In deze opvatting over woordherkenning wordt er dus rekening mee gehouden dat een woord herkend kan worden voordat akoestische informatie over het wordeinde beschikbaar is. In een latere versie van de cohorttheorie (Marslen-Wilson, 1987) wordt iets minder de nadruk gelegd op het belang van woordbegininformatie; in hoofdstuk 5 zal hierop teruggekomen worden.

Ook Cole en Jakimik (Cole, 1973; Cole & Jakimik, 1978) hebben aanwijzingen gevonden dat akoestische informatie over het woordbegin en akoestische informatie over latere delen van gesproken woorden niet in dezelfde mate aan de herkenning bijdragen. In een experiment boden zij gesproken zinnen aan waarin een moedwillige verspreking voorkwam. De zinnen werden aangeboden in twee verschillende voorafgaande konteksten. De zin waarin de verspreking voorkwam was in beide konteksten dezelfde en ambigu. Ook de versprekingen waren in beide konteksten akoestisch identiek. Een voorbeeld van een klankopeenvolging in zo een Engelse zin waarin een verspreking voorkwam is /karko:/. Hierin is de tweede /k/ de verspreking: er had een /g/ uitgesproken moeten zijn. Eén van de konteksten stuurde naar een interpretatie van de akoestische informatie als twee woorden: CAR GO, de andere naar een interpretatie van één woord: CARGO. Proefpersonen moesten de versprekingen zo snel mogelijk detecteren. Reactietijden werden gemeten vanaf de verspreking. Reactietijden bleken langer in de gevallen waarin de stukjes spraakgeluid als twee woorden geïnterpreteerd moesten worden dan in de gevallen waarin die stukjes spraakgeluid als één woord geïnterpreteerd moesten worden. Net als Marslen-Wilson veronderstelden Cole en Jakimik dat versprekingen pas gedetecteerd kunnen worden als de luisteraar er achter komt welk woord bedoeld wordt. Vindt een verspreking plaats aan het begin van een woord dan zijn ook andere interpretaties nog enige tijd mogelijk, een verspreking midden in of aan het eind van een woord zal sneller opgemerkt worden omdat dan minder andere interpretaties mogelijk zijn.

De mogelijkheid bestaat dat aan de resultaten van de tot nu toe besproken experimenten ten onrechte de conclusie verbonden wordt dat het woordherkenningsproces een grotere gevoeligheid heeft voor woordbegininformatie. In de gerapporteerde experimenten was de spraak steeds van optimale kwaliteit. Dit betekent dat vanaf het moment dat een woord gehoord wordt elke bin-

nenkomende spraakklank beperkingen oplegt aan het te herkennen woord. Dit zal tot gevolg hebben dat naarmate meer van het gesproken woord beschikbaar komt minder woorden als responsie mogelijk blijven. Het is dan ook mogelijk dat het woord, indien het woord lang genoeg is of de kontekst voldoende informatie levert, herkend wordt voordat het geheel heeft geklonken. Dit betekent dat noodzakelijkerwijs woordbegininformatie meer aan herkenning bijgedragen heeft omdat die informatie nu eenmaal het eerste beschikbaar kwam. Omdat het woord al herkend is kan informatie over het wordeinde dan niet meer aan herkenning bijdragen. Dit hoeft niet te betekenen dat onder minder optimale omstandigheden, bijvoorbeeld als slechts een gedeelte van de gesproken woordvorm beschikbaar is om het woord te herkennen of als het spraaksignaal verstoord is, woordbegininformatie in het herkenningsproces ook meer bijdraagt aan herkenning. Een aanwijzing dat het ontbreken van akoestische informatie vroeg in een woord niet tot problemen bij de herkenning hoeft te leiden is afkomstig van onderzoek naar de illusie dat een of meerdere fonemen wel in het akoestische signaal aanwezig zijn terwijl zij in feite vervangen zijn door een ander geluid, bijvoorbeeld een kuchje. Deze illusies zijn niet alleen in het midden van een woord op te roepen maar ook in het begin van een woord (Warren, 1970; Samuel, 1981a, 1981b, 1987).

Er bestaan ook aanwijzingen voor een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor woordbegininformatie die afkomstig zijn van onderzoek naar de bijdrage van visuele informatie aan de herkenning van gedrukte woorden. Broerse en Zwaan (1966) vroegen zich af of woordbeginletters van een gedrukt woord meer aan herkenning van dat woord bijdragen dan wordeindletters. Zij onderzochten daartoe eerst de orthografische structuur van zevenletterwoorden en toonden aan dat woordbeginletters over het algemeen meer informatie bevatten dan wordeindletters. Vervolgens gingen zij in een experiment na hoe goed zevenletterwoorden herkend konden worden als alleen woordbegin- of wordeindletters beschikbaar waren. Het bleek dat meer woorden als responsie gegeven werden indien beginletters dan als letters van het einde van het woord gegeven waren. Dit gold ook voor die gevallen waarin woordbegin- en -eindletters even informatief waren. Broerse en Zwaan concludeerden hieruit dat een woord makkelijker in het mentale lexicon terug gevonden kan worden op basis van het woordbegin dan op basis van het wordeinde.

De grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor woordbegininformatie wordt ook gesuggereerd door de resultaten van een experiment van Nootboom (1981) waarin woorden ter herkenning werden aangeboden terwijl maar een gedeelte van de gesproken woordvorm hoorbaar werd gemaakt. Deze woorden werden in isolatie aangeboden. In dat onderzoek werden woorden gebruikt die een bijzonder herkenningspunt hadden. Het herkenningspunt van een woord is dat punt in de gesproken woordvorm waarop door de toename van informatie, gerekend vanaf het woordbegin, het woord te onderscheiden is van alle andere in het lexicon. Dit herkenningspunt is ook te bepalen vanaf het wordeinde, teruglopend naar het woordbegin. In de woorden die in het expe-

riment van Nootboom als stimuli werden gebruikt vielen de herkenningpunten bepaald vanaf het woordbegin en vanaf het wordeinde samen. Een voorbeeld van een dergelijk woord is SURROGAAT. Het herkenningpunt bepaald vanaf het woordbegin valt in de spraakklank /o:/. Als het eerste deel van SURROGAAT /sɛro:/ geklonken heeft is er nog maar één woord dat bij deze opeenvolging van spraakklanken past: SURROGAAT. Als vanaf het wordeinde het herkenningpunt bepaald wordt blijkt dat ook in de klank /o:/ te vallen. De opeenvolging van spraakklanken als in /o:xa:t/ is weer voldoende om het woord in het lexicon te identificeren: er is maar één woord dat op /o:xa:t/ eindigt. De gesproken woordvormen van woorden met een dergelijk herkenningpunt werden op dat punt in twee fragmenten verdeeld: een woordbegin- en een wordeindfragment. De zo gevormde woordbegin- en wordeindfragmenten bevatten precies evenveel en net voldoende informatie om het woord uniek in het lexicon te kunnen identificeren. In het experiment werd de herkenbaarheid van de woorden bepaald als alleen het woordbegin- of wordeindfragment hoorbaar was. Om de proefpersonen een indicatie te geven welk deel van het akoestische signaal ontbrak werd op de plaats van de ontbrekende spraakklanken een toon van vaste duur hoorbaar gemaakt. Het bleek dat proefpersonen met het woordbeginfragment sneller en vaker het woord konden identificeren dan met het wordeindfragment. Dit werd niet veroorzaakt door verschillen in verstaanbaarheid van de woordbegin- en -eindfragmenten. Dit is opgevat als ondersteuning voor de hypothese dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor woordbegin- dan voor wordeindinformatie.

Een andere interpretatie van de resultaten van het experiment van Nootboom (1981) is mogelijk. Omdat woordbegin- en wordeindfragmenten precies evenveel informatie bevatten werd in dat experiment verondersteld dat beide fragmenten in principe in gelijke mate aan herkenning bij zouden moeten kunnen dragen. Toch hoeven woordbegin- en wordeindfragmenten voor het herkenningproces niet equivalent te zijn. Als het woordbeginfragment gehoord wordt, is vanaf het moment dat spraakgeluid voor het herkenningproces beschikbaar komt, duidelijk dat die spraakklanken betrekking hebben op het begin van het te herkennen woord. Het herkenningproces kan verlopen alsof een compleet woord gehoord gaat worden en kan beschreven worden in termen van cohort-achtige opvattingen. Op het moment dat het woordbeginfragment heeft geklonken kan het woord herkend zijn. Het ontbreken van spraakklanken van het wordeindfragment hoeft het herkenningproces dan niet te beïnvloeden. Wordt echter alleen het wordeindfragment, met daaraan voorafgaand de kort durende toon, hoorbaar gemaakt dan is vanaf het moment dat akoestische informatie beschikbaar komt duidelijk dat die informatie niet betrekking heeft op het begin van het te herkennen woord. Er bestaat dan onzekerheid over de plaats die de beschikbare spraakklanken in het te herkennen woord in zouden moeten nemen. Er zijn dan veel meer representaties van woorden in het mentale lexicon waar de binnenkomende informatie bij past. Immers elk woord in het mentale lexicon zal aangesproken kunnen worden dat ergens in zijn fonologische representatie

overeenkomt met de specificatie van de akoestische informatie van het begin van het wordeindfragment. Het is aannemelijk dat dit gevolgen heeft voor de kans dat een woord herkend wordt en de tijd die daarvoor nodig is.

De literatuur die voorhanden is, laat dus meerdere verklaringen toe voor de gerapporteerde grotere bijdrage van woordbegininformatie aan de woordherkenning. Het is mogelijk dat de evidentie die verschillende experimenten waarin woorden op basis van onvolledige informatie herkend moesten worden, hebben opgeleverd voor een grotere gevoeligheid voor woordbegininformatie, toegeschreven moet worden aan de onzekerheid die bestond over de plaats die de beschikbare spraakklanken in het te herkennen woord in zouden moeten nemen. Dat bij langere woorden waarvan de hele klankvorm voor het herkenningproces beschikbaar is, woordbegininformatie meer aan herkenning bijdraagt dan latere informatie is, behalve uit een grotere gevoeligheid voor woordbegininformatie, ook te verklaren uit het feit dat dergelijke woorden vaak te herkennen zijn voordat zij geheel geklonken hebben. Echter, ook al zou de aangedragen evidentie ten onrechte toegeschreven worden aan de grotere gevoeligheid van het woordherkenningproces voor woordbegininformatie, dan nog blijft het mogelijk dat het woordherkenningproces daar wel gevoeliger voor is. Om door middel van experimenten te kunnen besluiten of het woordherkenningproces inderdaad gevoeliger is voor akoestische informatie uit het begin van een woord dan voor akoestische informatie uit latere delen van een woord, zullen die experimenten er op gericht moeten zijn de redundantie van de ter beschikking te stellen akoestische informatie te verminderen en de onzekerheid weg te nemen die kan bestaan over de plaats die akoestische informatie over latere delen van een woord in het te herkennen woord zou moeten innemen. Vervolgens kan dan in die experimenten gezocht worden naar aanwijzingen voor een grotere bijdrage van woordbegininformatie aan de herkenning van een woord. Indien dan niet een grotere gevoeligheid voor woordbegininformatie wordt gevonden, betekent dit dat de grotere bijdrage van woordbegininformatie aan herkenning zoals die in veel onderzoeken is beschreven, geheel verklaard kan worden uit het ontbreken van onzekerheid omtrent de positie van de gehoorde klanken in het te herkennen woord, die wel kan bestaan als slechts informatie uit latere delen van een woord beschikbaar is.

1.4 Korte schets van de volgende hoofdstukken

In de volgende hoofdstukken zullen drie experimenten op het gebied van de auditieve woordherkenning besproken worden. In de experimenten werd de herkenning van woorden van verschillende vorm onderzocht. Doel van deze experimenten was de bijdrage aan de herkenning te onderzoeken van akoestische informatie uit verschillende delen van gesproken woorden.

In het eerste experiment, waarvan in hoofdstuk 2 verslag wordt gedaan, werden woorden van de vorm medeklinker-klinker-medeklinker (CVC) ter herken-

ning aangeboden. In dit experiment is gekozen voor het gebruik van woorden van de vorm CVC omdat het bij dergelijke woorden noodzakelijk is over alle spraakklanken te beschikken om ze te kunnen herkennen. Dit betekent dat vroege en late informatie van CVC-woorden in principe evenveel aan herkenning bij kunnen dragen. Of desondanks in de herkenning van CVC-woorden aan woordbegininformatie meer belang wordt gehecht zal in dit experiment onderzocht worden.

In hoofdstuk 3 wordt een experiment besproken waarin éénlettergrepige woordstammen al dan niet gecombineerd met een voor- of achtervoegsel als stimuli zijn gebruikt. Doel van dit experiment was na te gaan wat de invloed op de herkenning van het stammorfeem was als daaraan relevante lexicale informatie werd toegevoegd. In het bijzonder waren we geïnteresseerd in het effect dat de toegevoegde informatie had op de herkenning afhankelijk van de plaats: voorafgaand aan of volgend op het stammorfeem.

In hoofdstuk 4 zal van een experiment verslag worden gedaan waarin langere ongelede woorden ter herkenning werden aangeboden. In dit experiment werd nagegaan, door de redundantie van de akoestische informatie kunstmatig te verminderen, in welke mate vroege en late informatie aan herkenning bijdragen. Dit experiment is geïnspireerd op het eerder besproken experiment van Nootboom (1981).

Ten slotte zullen in hoofdstuk 5 aan de resultaten van deze experimenten conclusies worden verbonden. Deze conclusies zullen worden geëvalueerd in het licht van de bevindingen die door anderen zijn gerapporteerd.

Hoofdstuk 2

Herkenning van CVC-woorden

2.1 Inleiding

In hoofdstuk 1 zijn een aantal experimenten besproken die evidentie hebben opgeleverd dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor akoestische informatie uit het woordbegin dan voor informatie uit latere delen van een woord. Het ging hier om experimenten waarin fonemen in woorden gedetecteerd moesten worden (Marslen-Wilson, 1980, 1984), waarin gesproken tekst geschaduwd moest worden (Marslen-Wilson & Welsh, 1978) of versprekingen in een gesproken tekst gesignaleerd moesten worden (Cole & Jakimik, 1978). Voor auditief aangeboden woorden zijn er aanwijzingen gevonden dat, indien de beschikbare informatie onvolledig is, woorden vaak beter herkend worden op basis van spraakklanken uit het woordbegin dan op basis van spraakklanken uit het wordeinde (Nootboom, 1981). Ook voor visueel aangeboden woorden zijn dergelijke aanwijzingen gevonden (Broerse & Zwaan, 1966).

Voor de grotere bijdrage van spraakklanken uit het woordbegin bleken echter ook andere verklaringen mogelijk dan een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor woordbegininformatie. Zo is de grotere bijdrage van informatie uit het begin van een goed verstaanbaar lang woord aan herkenning te verklaren uit het feit dat het woord herkend kan worden voordat het geheel geklonken heeft. Spraakklanken uit het laatste deel van dat woord kunnen dan niet meer bijdragen aan het isoleren van de woordrepresentatie in het mentale lexicon. Dat woorden, indien de beschikbare informatie onvolledig is, vaker en sneller herkend worden met spraakklanken uit het woordbegin dan met spraakklanken uit het wordeinde is ook anders te verklaren dan uit een grotere gevoeligheid voor woordbegininformatie. Zoals we in hoofdstuk 1 gezien hebben bestaat er, als slechts spraakklanken uit het wordeind beschikbaar zijn, onzekerheid over de positie die de beschikbare spraakklanken in het te herkennen woord zouden moeten innemen. Die onzekerheid bestaat niet als slechts spraakklanken uit het woordbegin aanwezig zijn.

Het is daarom onzeker of een grotere gevoeligheid van het herkenningsproces voor woordbegininformatie ook gevonden wordt als woorden ter herkenning

aangeboden worden die pas van alle andere woorden in het lexicon te onderscheiden zijn als de gehele klankvorm gehoord is. Hetzelfde geldt voor woorden die ter herkenning worden aangeboden terwijl maar informatie over een deel van die woorden beschikbaar komt. Ook dan is het onzeker of woordbegininformatie meer aan herkenning bijdraagt dan informatie over het laatste deel van een woord als geen onzekerheid bestaat over de positie die de spraakklanken van het laatste deel van een woord in het te herkennen woord in zouden moeten nemen.

We hebben er in het hier te bespreken experiment voor gekozen om woorden van de vorm medeklinker-klinker-medeklinker (CVC¹) als stimuli te gebruiken. In tegenstelling tot vele langere woorden hebben deze woorden de eigenschap dat zij pas uniek in het lexicon van de taalgebruiker te isoleren zijn als alle spraakklanken ervan beschikbaar zijn. Om het woord te kunnen herkennen zal het zelfs vaak nodig zijn dat een wordeindmarkering, bijvoorbeeld in de vorm van een op het woord volgende stilte, aanwezig is. Als we bijvoorbeeld de klankopeenvolging /bas/ van het woord BAS horen kunnen we op het moment dat /s/ geklonken heeft nog niet besluiten dat we het woord BAS gehoord hebben. Het is nog mogelijk dat /bas/ het begin is van het woord BAST, BASTERD of BASK. Pas als een wordeindmarkering, bijvoorbeeld een op /s/ volgende stilte, waargenomen wordt, is alleen nog maar het woord BAS te herkennen. Gekozen is voor CVC-woorden omdat dergelijke woorden weinig redundant zijn. Zou in de herkenning van CVC-woorden een groter belang van woordbegininformatie blijken dan is hiermee een sterke aanwijzing voor het grotere belang van woordbegininformatie in het herkenningsproces gevonden. Dergelijk sterke aanwijzingen kunnen niet of althans minder eenvoudig bij langere woorden gevonden worden omdat het grotere belang van woordbegininformatie dan ook voor een deel uit de grotere mate van lexicale redundantie van dergelijke woorden verklaard zou kunnen worden.

Zoals in hoofdstuk 1 uiteengezet, wordt in opvattingen over woordherkenning zoals de cohorttheorie (Marslen-Wilson & Welsh, 1978) een speciale plaats toegerekend aan informatie over het begin van een gesproken woord. De akoestische informatie van het woordbegin activeert al die woorden in het mentale lexicon die wat hun woordbegin betreft overeenkomen met de binnenkomende informatie. Het woordbegin betreft dan de eerste 150-200 ms van het gesproken woord. Dit komt overeen met de eerste consonant gevolgd door een deel van de klinker of de eerste twee consonanten gevolgd door een deel van de klinker (Marslen-Wilson & Tyler, 1981). Samen vormen de geactiveerde woordkandidaten het initiële cohort. Door de akoestische informatie die daarna beschikbaar komt zullen sommige woordkandidaten niet langer meer passen en uit het cohort wegvallen. Dit proces gaat door totdat nog maar één kandidaat uit het oorspronkelijke cohort over is gebleven. Dat woord komt dan als responsie beschikbaar.

Indien de spraak niet van optimale kwaliteit is zullen delen van het spraaksignaal intern onvolledig of verkeerd gerepresenteerd kunnen worden. Het herken-

¹CVC staat voor Consonant-Vocaal-Consonant.

ningsproces krijgt dan te maken met klankvormen die in meer of mindere mate afwijken van representaties in het mentale lexicon. Dit kan tot gevolg hebben dat een ander woord herkend wordt dan geklonken heeft omdat dit beter past bij de interne representatie van het spraaksignaal. We spreken ons hier niet uit over de aard van de interne representatie van het spraaksignaal en de representaties van woorden in het mentale lexicon. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het intern beschikbaar komen van een afbeelding van het akoestische signaal, die bijvoorbeeld te beschrijven is in termen van klankvormen of fonemen, en de uitkomst van het woordherkenningsproces: het herkende woord. In het eerste geval is nog geen contact geweest met items uit het mentale lexicon, hiervoor wordt de term 'waarneming' van het spraaksignaal gereserveerd, voor het tweede geval 'herkenning'.

Wat zal er in de herkenning gebeuren als een slecht verstaanbaar CVC-woord gehoord wordt? Voor twee gevallen zullen we de gedachtengang van de cohorttheorie volgen, te weten als aangenomen wordt dat de beginconsonant verkeerd waargenomen wordt en als aangenomen wordt dat de eindconsonant verkeerd wordt waargenomen.

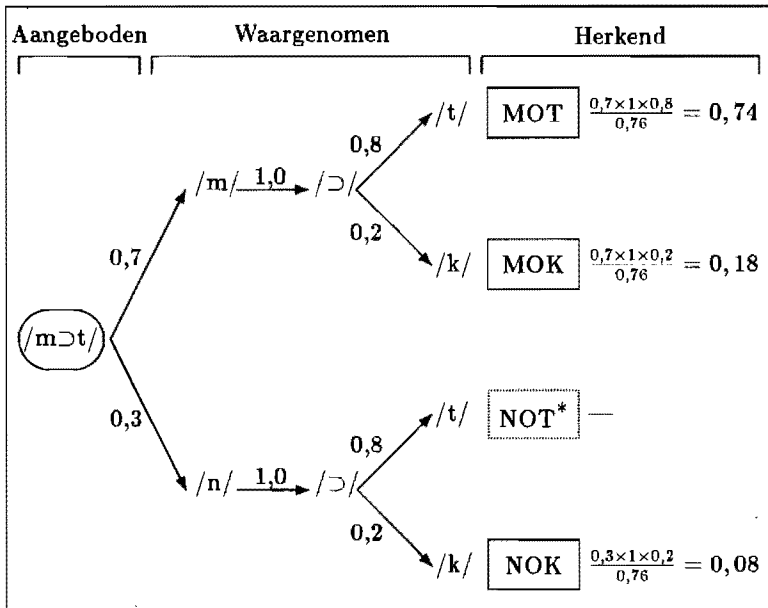
Neem aan dat de eindconsonant van een CVC-woord intern verkeerd beschikbaar komt. Het woordbegin, de consonant met de daarop volgende klinker, zal dan een cohort woordkandidaten activeren waarin ook het woord dat gesproken is, voorkomt. De informatie over de laatste consonant was verkeerd. Hierdoor kunnen twee dingen gebeuren. Er blijft één woord, maar een ander dan gesproken is, in het cohort over dat tenslotte herkend zal worden. Ook is het mogelijk dat de verkeerde interne representatie van de eindconsonant, eventueel met de daarop volgende stilte als wordeindmarkering, er toe leidt dat alle woordkandidaten zich uit het cohort verwijderen, waardoor herkenning van een woord uitblijft. Herkenning van een woord kan toch nog plaatsvinden als verondersteld wordt dat een interne afbeelding van het binnengekomen signaal enige tijd beschikbaar blijft zodat de woordkandidaten die oorspronkelijk in het cohort zaten 'nogmaals overwogen worden'. Omdat het woord dat oorspronkelijk gesproken was ook in het cohort voorkwam is het mogelijk dat het alsnog herkend wordt.

In het geval dat niet de eindconsonant maar de beginconsonant foutief wordt waargenomen, zal het cohort dat door het woordbegin geactiveerd wordt, niet de woordkandidaat van het woord dat gesproken wordt, bevatten. Als vervolgens de eindconsonant voor het herkenningsproces beschikbaar komt zijn er weer twee mogelijkheden. Er blijft één woord, anders dan het gesprokene, in het cohort over en dat zal dus herkend worden. Ook is het mogelijk dat de foutieve informatie, eventueel weer samen met de wordeindmarkering, tot gevolg heeft dat er geen enkele woordkandidaat in het cohort overblijft. Ook als dan de woordkandidaten die zich eerder in het cohort hebben bevonden nogmaals overwogen worden kan slechts een ander woord dan hetgeen gesproken is, gerespondeerd worden. Vanuit opvattingen als de cohorttheorie mag dus verwacht worden dat bij slecht verstaanbare spraakklanken uit het begin van een woord de kans op herkenning van dat woord gelijk of kleiner is dan bij slecht verstaanbare wordeindklanken.

In de cohorttheorie wordt een belangrijke plaats voor woordbegininformatie ingeruimd. Voor de visuele herkenning van gedrukte drieletterwoorden is een model voorhanden waarin letters uit het begin van een woord en uit het eind van een woord onder overigens gelijke omstandigheden evenveel aan herkenning bijdragen (Bouma, 1973; Bouwhuis, 1979; Bouwhuis & Bouma, 1979). Dit betekent niet dat verondersteld wordt dat letters in beginpositie en eindpositie steeds met evenveel andere letters verward kunnen worden. Dit model doet kwantitatieve voorspellingen over de correcte herkenningen en verwarringen van kortstondig excentrisch aangeboden gedrukte woorden. In dit model wordt er van uit gegaan dat in het herkennen van gedrukte drieletterwoorden twee onafhankelijke processen een rol spelen. In het eerste proces wordt de stimulusinformatie opgenomen zodat die informatie intern beschikbaar komt. Hierbij kunnen letters correct waargenomen of verward worden. Tot het tweede proces worden slechts die representaties van de stimulus voor verdere verwerking toegelaten die woorden vormen die voorkomen in het mentale lexicon van de lezer. Om voorspellingen te kunnen doen over de kansen van woorden die als responsies uit het herkenningproces te voorschijn komen is het nodig om te weten hoe letters, per positie in het woord, waargenomen worden en welke woorden tot het mentale lexicon van de taalgebruiker gerekend moeten worden. De waarneembaarheid van elke letter in een woord kan in een aparte waarnemingstaak bepaald worden. Ook kan in een aparte taak bepaald worden welke drieletterwoorden tot de woordenschat van taalgebruikers gerekend moeten worden. De kans dat een aangeboden woord correct herkend wordt, of dat een ander woord, door verwarring van één of meer letters, gerespondeerd wordt, kan nu berekend worden. Eerst wordt bepaald welke lettercombinaties door verwarring van de samenstellende letters van het aangeboden gedrukte woord in hun positie waargenomen kunnen worden. Vervolgens worden slechts die lettercombinaties voor verdere verwerking toegelaten waarvoor een representatie in het mentale lexicon aanwezig is. De kans op herkenning van elk van deze woorden kan dan berekend worden door de kansen op waarneming van de samenstellende letters te vermenigvuldigen en, gebruik makend van de Constant Ratio Rule (Clarke, 1957), te normeren op de som van de waarnemingskansen van alle representaties die voor verdere verwerking zijn toegelaten. In het vervolg zal naar dit model verwezen worden als naar het 'Bouwhuismodel'.

We kunnen dit model ook gebruiken voor de herkenning van gesproken woorden. In plaats van verwarringen van letters hebben we dan te maken met verwarringen van fonemen. Hierbij doen zich enige complicaties voor. In 2.2 zal daar op ingegaan worden. Een fictief voorbeeld van de berekening van de te verwachten responsies bij aanbieding van een gesproken versie van het woord MOT wordt in figuur 2.1 gegeven. Het is niet mogelijk eenzelfde voorbeeld te geven voor de herkenning van een woord volgens de cohorttheorie omdat de cohorttheorie geen kwantitatieve uitspraken doet over de verwarringen die in het herkenningproces kunnen optreden. Een kwantitatieve uitwerking van de cohorttheorie zou in de richting kunnen gaan van een grotere behoudendheid wat

betreft de interpretatie van de akoestische informatie uit het woordbegin dan die uit het wordeinde indien de akoestische informatie niet ineens tot herkenning van een woord leidt doordat nog maar één woord in het cohort over is gebleven. Toegepast op figuur 2.1 zou dit in het uiterste geval kunnen betekenen dat de herkenningkans van MOT en MOK te berekenen zouden zijn als het produkt van de verwarringskansen van de afzonderlijke fonemen en dat alleen de herkenningkans van NOK, door het wegvallen van de responsiemogelijkheid NOT, toeneemt ten opzichte van het produkt van de verwarringskansen.



Figuur 2.1: Een fictief voorbeeld van de berekening volgens het Bouwhuismodel van de kansen op herkenning en de kansen op verwarringen voor een gesproken versie van het woord MOT. Naast de pijlen staan fictieve waarnemingskansen. Met deze waarnemingskansen zijn de verwarringskansen van vier responsiealternatieven te berekenen. Omdat een responsiealternatief, NOT, niet in het lexicon voorkomt worden de verwarringskansen van de overige drie responsiealternatieven genormeerd op de som van de verwarringskansen van de drie foneemcombinaties die woorden opleveren. De som van de verwarringen van de woorden MOT, MOK en NOK is 0,76. Na normering is de som van de kansen op herkenning van de woorden MOT, MOK en NOK 1,00.

Omdat de cohorttheorie en het Bouwhuismodel niet in dezelfde mate belang hechten aan woordbegininformatie kunnen zij met elkaar geconfronteerd wor-

den. Het Bouwhuismodel zal hier als meetmodel gebruikt worden omdat het, in tegenstelling tot de cohorttheorie, kwantitatieve voorspellingen doet over de herkenning van matig verstaanbare woorden. Indien dit model niet voldoet voor de beschrijving van de resultaten van een uit te voeren experiment kan dat een aanleiding zijn om aan woordbegininformatie in het herkenningsproces een speciale plaats toe te kennen. Dit zou dan een ondersteuning zijn voor opvattingen als de cohorttheorie.

Het uit te voeren experiment zal uit drie delen bestaan: een woordherkenningstaak, een onzinwoord-waarnemingstaak en een lexicale zoektaak. De woordherkenningstaak levert herkennings- en verwarringskansen op van de ter herkenning aangeboden woorden. De onzinwoord-waarnemingstaak is bedoeld om het mogelijk te maken verwarringsmatrices samen te stellen die gebruikt zullen worden voor het voorspellen vanuit het Bouwhuismodel van de responsies in de woordherkenningstaak. Om deze voorspellingen vanuit het Bouwhuismodel te kunnen doen is het ook nodig over een schatting te beschikken van de woorden die tot de woordenschat van de taalgebruiker gerekend moeten worden; de lexicale zoektaak zal materiaal opleveren voor deze schatting.

Voordat we nu over gaan tot het bespreken van dit experiment moeten nog een aantal zaken aan bod komen die ook van belang zijn voor de experimenten die in latere hoofdstukken besproken zullen worden. We zullen ingaan op de keuze van de taak en de specifieke problemen die zich voordoen bij het gebruik van klankvormen als stimuli.

2.2 Enige overwegingen bij de experimenten

2.2.1 Keuze van de taak

In experimenten op het gebied van auditieve woordherkenning kunnen woorden in isolatie of in een kontekst ter herkenning aangeboden worden. De kontekst kan bijvoorbeeld gevormd worden door één of meerdere woorden of door een draagzin. In de experimenten van deze studie worden de woorden steeds in isolatie aangeboden. Dit is gedaan omdat het ter herkenning aanbieden van woorden in kontekst, ook al stuurt die maar weinig, het nadeel heeft dat de bijdrage van lexicale kennis moeilijk te scheiden zal zijn van de bijdrage van kontekstuele informatie. In deze studie gaat het erom inzicht te krijgen in de relatie tussen auditieve informatie enerzijds en lexicale informatie anderzijds.

In deze studie is gekozen voor experimenten waarin woorden ter herkenning aangeboden en responsies geregistreerd worden. Het is alleen zinvol om te registreren welke woorden luisteraars herkend hebben als er ook verwarringen op kunnen treden. De te beluisteren woorden zullen daarom niet optimaal verstaanbaar moeten zijn. Bij veel experimenten in de literatuur is voor deze aanpak gekozen (bv. Pickett & Pollack, 1963; Pollack & Pickett, 1963; Broerse & Zwaan, 1966; Grosjean, 1980; Nooteboom, 1981; Cotton & Grosjean, 1984; Ringeling, 1984). We hadden ook kunnen kiezen voor een aanpak die inzicht zou opleveren

in de snelheid waarmee woorden herkend worden. In veel onderzoeken zijn reactietijden geregistreerd (bv. Cole & Jakimik, 1978; Marslen-Wilson, 1980, 1984; Ottevanger, 1986). Hier is voor het registreren van responsies gekozen omdat we geïnteresseerd zijn in de efficiëntie waarmee akoestische informatie in het isoleren van een responsie gebruikt kan worden, ongeacht het verloop in de tijd van het herkenningsproces. Met andere woorden we zijn meer geïnteresseerd in de mate van succes waarmee akoestische informatie uit verschillende delen van gesproken woorden voor herkenning aangewend kan worden dan in het moment waarop een responsie beschikbaar komt.

2.2.2 Overwegingen bij het stimulusmateriaal

In het begin van dit hoofdstuk is besloten dat geprobeerd zal worden het Bouwhuismodel toe te passen op de herkenning van gesproken woorden, in het bijzonder CVC-woorden. In plaats van de waarnemingskansen van letters zijn dan echter die van fonemen nodig.

Een probleem is dat spraak niet zonder meer opgevat kan worden als een opeenvolging van discrete eenheden of als een sequentie van discrete, met distinctieve kenmerken te beschrijven, toestanden (Lieberman, 1970). Weliswaar kunnen we gesproken woorden beschrijven als een opeenvolging van fonemen maar dit betekent niet dat het fysische signaal zelf ook in segmenten die met de fonemen overeenkomen te verdelen is. Zo is de fysische realisatie van het foneem /l/ in LAT anders dan /l/ in PLAT. Als een consonant voorafgaat aan een klinker is de realisatie ervan anders dan als die consonant volgt op dezelfde klinker: er is verschil in de /l/ van LAP en PAL. Ook de klinker die volgt op of voorafgaat aan een medeklinker is van invloed op de realisatie van die medeklinker. De /l/ in BAL wordt anders gerealiseerd dan die in BOL.

Deze verschijnselen hangen samen met de bouw en werking van het spraakapparaat en staan bekend onder de naam coarticulatie. Het spraakapparaat heeft een zekere traagheid waardoor de realisatie van een foneem in sterke mate wordt bepaald door de realisatie van de spraakklanken die daaraan voorafgaan en er op volgen. In het articuleren van een foneem is daarom nog iets terug te vinden van de articulatie van de voorafgaande fonemen en wordt in de bewegingen van het spraakapparaat al geanticipeerd op de daarop volgende fonemen.

Als we gesproken woorden in een experiment ter herkenning willen aanbieden en de waarneembaarheid van de afzonderlijke fonemen in een aparte taak willen bepalen, dan kunnen we daartoe niet het akoestische signaal opdelen in segmenten die met spraakklanken overeenkomen. Ook is het niet mogelijk om voor het meten van de waarneembaarheid van de fonemen apart uitgesproken onzinwoorden, met daarin die fonemen, te gebruiken. Dit laatste heeft namelijk twee bezwaren. Ten eerste zijn geen twee realisaties van dezelfde uiting fysisch identiek. Ten tweede zal onder invloed van coarticulatie de realisatie van een foneem in een onzinwoord verschillen van die in het ter herkenning aan te bieden woord. Wat we graag zouden willen is dat in het woordherkenningsexperiment

stimuli gebruikt worden die precies dezelfde akoestische informatie hebben als de fonemen waarvan in een aparte taak de waarneembaarheid is bepaald. Aan deze bezwaren is tegemoet gekomen door in de experimenten met kunstmatige spraak te werken. Om praktische redenen is besloten difonen te gebruiken als de eenheden waarmee de spraakuitingen gemaakt zullen worden. Difonen zijn segmenten uit eerder opgenomen spraakuitingen waarin de overgang van een foneem naar het daarop volgende bewaard is gebleven (Peterson, Wang & Sivertsen, 1958; Estes, Kerby, Maxey & Walker, 1964; Elsendoorn, 1984). Deze segmenten lopen van het midden van een foneem naar het midden van het daarop volgende foneem. Als de stimuli voor een woordherkenningsexperiment opgebouwd worden uit deze difonen en ook de onzinwoorden, waarmee de waarneembaarheden van de fonemen van het te herkennen woord worden bepaald, gemaakt worden van difonen is er voor gezorgd dat overeenkomstige fonemen, op dezelfde positie en met dezelfde buurfonemen, fysisch identiek zijn. Hierdoor wordt er ook voor gezorgd dat de effecten van coarticulatie voor woorden en onzinwoorden identiek zijn. Het is dan mogelijk de waarneembaarheid van afzonderlijke fonemen, gemeten bij onzinwoorden, te relateren aan de herkenbaarheid van een gesproken woord.

2.3 Methode

In dit experiment zijn drie taken te onderscheiden: een onzinwoord-waarnemingstaak, een lexicale zoektaak en een woord-herkenningstaak. De onzinwoord-waarnemingstaak is in dit experiment opgenomen om de waarneembaarheid en de mate van verwarbaarheid van de spraakklanken, van de CVC-woorden die in de woord-herkenningstaak ter herkenning worden aangeboden, te meten. De lexicale zoektaak is opgenomen om te kunnen bepalen welke CVC-vormen door de proefpersonen gekend worden en dus als responsie in een woord-herkenningstaak gegeven kunnen worden. In de woord-herkenningstaak wordt de herkenbaarheid van de CVC-woorden bepaald.

2.3.1 De akoestische bouwstenen

De fonemen waaruit de test-onzinwoorden van de onzinwoord-waarnemingstaak en de testwoorden van de woord-herkenningstaak zijn samengesteld zijn /b/, /d/, /f/, /x/, /k/, /p/, /s/, /t/, /v/ en /z/ voor de beginconsonant; /a/, /ε/ en /ɔ/ voor de klinker en /f/, /x/, /k/, /p/, /s/ en /t/ voor de eindconsonant. Op begin- en eindpositie komen /m/, /n/, /ŋ/, /l/, /r/, /j/, /w/ en /h/ niet voor. Voor deze beperkte verzameling fonemen is gekozen omdat zij relatief makkelijk resynthetiseerbaar zijn. Op de eindpositie komen bovendien /b/, /d/, /z/ en /v/ niet voor omdat stemhebbende fricatieven en plosieven in het Nederlands door fonologisch-distributionele (fonotactische) beperkingen niet op die positie voor kunnen komen.

De CVC-vormen die in de onzinwoordwaarnemings- en woord-herkennings-taak als stimuli werden aangeboden zijn steeds opgebouwd uit twee difoonachtige bouwstenen: een begin- en een eindbouwsteen. Deze bouwstenen waren van de vorm CV- voor de beginbouwsteen en -VC voor de eindbouwsteen. Deze bouwstenen werden verkregen door CVC-woorden, die eerder uitgesproken en daarna in de computer ingenomen waren, in het midden van de klinker in tweeën te delen. Het innemen van gesproken woorden, het analyseren van deze woorden in een differentiaal parameters per 10 ms van het akoestische signaal en het segmenteren en combineren van bouwstenen gebeurde met de op het IPO beschikbare analyse- en resyntheseprogrammatuur (Vogten, 1983). Het hierbij toegepaste analysevenster had een duur van 25 ms en de bandbreedte van de spraak bedroeg 5 KHz. De CVC-vormen die als stimuli dienden kwamen tot stand door bouwstenen afkomstig van ingenomen woorden met een zelfde klinker in de computer samen te voegen.

De CVC-vormen die gemaakt werden door bouwstenen samen te voegen bleken over het algemeen goed verstaanbaar. Voor ons doel was het echter nodig dat er in ruime mate verwarringen van de aangeboden stimuli zouden optreden. De CVC-vormen zijn daarom slecht verstaanbaar gemaakt door er ruis aan toe te voegen. Om te voorkomen dat de metingen vastlopen tegen een onder- of bovengrens, omdat de spraak te goed of te slecht verstaanbaar zou zijn, zijn twee ruiscondities ingevoerd. Dit gebeurde door de akoestische signalen van nieuw gevormde CVC-vormen in de computer op te tellen bij roze ruis (3.0 dB/oct verzwakking). De duur van de ruis was 1200 ms. Om inzet- en afbreekgeluiden te voorkomen werd de ruis in 30 ms geleidelijk op volle sterkte gebracht en ook weer in 30 ms geleidelijk naar nul teruggebracht. Elke CVC-vorm werd 300 ms na het beginnen van de ruis ingevoegd. Het geluidsniveau (dB SPL) van test- en onzinwoorden werd gemeten door te middelen over zes testwoorden en zes test-onzinwoorden. Bij deze testwoorden en onzinwoorden kwamen de klinkers /a/, /ε/ en /ɔ/ even vaak voor. Het geluidsniveau (dB SPL) van de roze ruis werd gemeten door te integreren over 2 s. De twee gebruikte signaalruisverhoudingen waren $S/N=18$ dB en $S/N=3$ dB.

Om proefpersonen in hun responsies in de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak niet kunstmatig te beperken, zijn ook CVC-vormen als vullers in het materiaal opgenomen die niet slechts opgebouwd waren uit elementen van de eerder beschreven deelverzameling fonemen. Om deze vullers in alle opzichten vergelijkbaar te laten zijn met de andere stimuli is de verzameling bouwstenen uitgebreid zodat de vullers op dezelfde wijze gemaakt konden worden als de overige stimuli. Elke vuller in de onzinwoordwaarnemings- en woord-herkenningstaak werd onder één van beide ruiscondities aangeboden.

2.3.2 Materiaal onzinwoord-waarnemingstaak

In de onzinwoord-waarnemingstaak werden 288 CVC-combinaties aangeboden. Van deze 288 CVC-combinaties waren er 143 test-onzinwoorden en 145 vullers.

Voor de fonemen van de test-onzinwoorden geldt dat zij één van de geselecteerde klinkers en tenminste één van de geselecteerde consonanten bevatten. Voor de fonemen van de vullers geldt dat alle fonemen toegelaten waren behalve de /a/, /ε/ en /ɔ/ voor de klinkerpositie en dat geen CVC-vormen toegelaten waren die strijdig zijn met fonologisch-distributionele regels. Geen enkel test-onzinwoord kwam in het woordenboek (Kruyskamp, 1961) voor of was een verbuiging of afleiding van een woord. De helft van het aantal vullers en van de stimuli werd aangeboden onder de ruisconditie S/N=18 dB de overige vullers en stimuli werden aangeboden onder ruisconditie S/N=3 dB.

De bouwstenen waaruit de test-onzinwoorden waren opgebouwd, voorzover zij geselecteerde fonemen bevatten, werden vier keer in de onzinwoord-waarnemingstaak in verschillende CVC-combinaties aangeboden. Twee keer onder ruisconditie S/N=18 dB en twee keer onder S/N=3 dB. Dit is gedaan om meer observaties per bouwsteen te kunnen verzamelen zodat later de waarnemings- en verwarringskansen nauwkeuriger konden worden bepaald.

De test-onzinwoorden en vullers zijn in een quasi-toevallige volgorde uit de computer op een geluidsband opgenomen. Tussen de presentatie van twee opeenvolgende onzinwoorden was er een stilte van 3 s. Zes opeenvolgende onzinwoorden werden steeds afgewisseld door een waarschuwingssignaal. De opname duurde ongeveer 25 minuten.

2.3.3 Materiaal woord-herkenningstaak

In de woord-herkenningstaak werden 133 CVC-woorden ter herkenning aangeboden. Al deze CVC-woorden waren zelfstandige naamwoorden. Van deze 133 CVC-woorden waren er 66 testwoorden en 67 vullers. De testwoorden bevatten alleen de geselecteerde fonemen. Voor de vullers waren alle fonemen toegestaan behalve de /a/, /ε/ en /ɔ/. Van de testwoorden werden er 33 onder ruisconditie S/N=18 dB en 33 onder ruisconditie S/N=3 dB aangeboden; ook voor de vullers gold dat een deel onder ruisconditie S/N=18 dB en de overige onder S/N=3 dB werden aangeboden. De testwoorden en vullers werden op dezelfde wijze als de onzinwoorden van de onzinwoord-waarnemingstaak op een geluidsband opgenomen. Deze opname duurde ongeveer 10 minuten.

2.3.4 Materiaal lexicale zoektaak

Een lijst van 502 drie- en vierletterreeksen werd aangelegd. Deze letterreeksen bestonden uit een consonant gevolgd door een klinker en eindigden met een of twee consonanten. De klinker representeerde steeds een /a/, /ε/, of /ɔ/. Alle bestaande CVC-woorden, die als klinker een /a/, /ε/ of /ɔ/ hadden, kwamen in deze lijst voor. Deze woorden bestonden alle uit drie fonemen maar konden soms met vier letters geschreven worden zoals b.v. LACH. In dat geval werd ook het vier-letterwoord in de genoemde lijst opgenomen. Tevens bevatte deze lijst een geschreven versie van uitspreekbare CVC-combinaties die onzinwoorden

vormden. Van deze 502 lettercombinaties waren er 296 die woorden vormden: 106 bij de /a/, 84 bij de /ε/ en 106 bij de /ɔ/.

2.3.5 Procedure

Aan dit experiment namen 42 proefpersonen deel, zij waren studenten of medewerkers van de Technische Hogeschool Eindhoven en werden in groepen van maximaal acht personen getest. Proefpersonen kwamen ieder twee keer naar de experimenteerruimte voor dit experiment. De eerste keer kregen zij de woordherkenningstaak en de daarop volgende keer de onzinwoord-waarnemingstaak, dan wel kregen zij de eerste keer de onzinwoord-waarnemingstaak en de daarop volgende keer de woordherkenningstaak. Elke proefpersoon kreeg de onzinwoorden en de woorden over een koptelefoon, een Pioneer Monitor 10, te horen. Voor de onzinwoord-waarnemings- en woordherkenningstaak zijn responsieformulieren gemaakt die in structuur correspondeerden met de wijze waarop CVC-vormen en waarschuwingstootjes op de banden waren opgenomen. Voor iedere proefpersoon gold dat de uitvoering van de twee taken gescheiden werd door een periode van minimaal één week. De lexicale zoektaak werd steeds de tweede keer dat proefpersonen voor het experiment kwamen, na het uitvoeren van de woordherkennings- of onzinwoord-waarnemingstaak, gedaan. De 502 letterreeksen werden op een apart formulier waarop de letterreeksen in een quasi-toevallige volgorde stonden afgedrukt aan proefpersonen aangeboden.

Bij de onzinwoord-waarnemingstaak werden de proefpersonen geïnstrueerd om op het antwoordformulier op te schrijven welke CVC-combinaties zij via de koptelefoon hoorden. In de instructie werd de proefpersonen meegedeeld dat de CVC-vormen die werden gepresenteerd zowel bestaande als onzinwoorden konden zijn. Ook werd in de instructie gezegd dat de stimuli niet makkelijk te verstaan zijn maar dat het belangrijk is bij elke stimulus een antwoord te geven ook al bestaat er onzekerheid over de correctheid ervan.

Bij de woordherkenningstaak was de instructie op het voorliggende antwoordformulier te noteren welk woord zij meenden gehoord te hebben. Proefpersonen wisten dat alleen bestaande CVC-woorden ter herkenning aangeboden zouden worden. Indien er onzekerheid bestond over het woord dat proefpersonen meenden gehoord te hebben werd er bij hen op aangedrongen toch een woord op te schrijven en anders te gokken welk woord het geweest zou kunnen zijn.

Bij de lexicale zoektaak kregen proefpersonen de instructie alle lettercombinaties, die zij niet als Nederlandse woorden kenden, door te strepen. Ook werd in de instructie van hen gevraagd dit zo snel mogelijk te doen. Er werd geen tijdslimiet gesteld aan de uitvoering van deze taak.

2.4 Resultaten

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk uiteengezet is, wordt in dit experiment onderzocht of de responsies van de woordherkenningstaak voorspeld kunnen

worden uit het Bouwhuismodel. Als die voorspellingen aansluiten bij de observaties in de woord-herkenningstaak, dan betekent dit dat woordbegininformatie en wordeindinformatie in gelijke mate aan de herkenning van de woorden hebben bijgedragen. Om de voorspellingen vanuit het Bouwhuismodel te kunnen doen, is het nodig de beschikking te hebben over een schatting van de woordenschat van de proefpersonen en over de waarneembaarheden en verwarbaarheden van de fonemen van de testwoorden uit de woord-herkenningstaak.

2.4.1 Lexicale zoektaak

De lexicale zoektaak was in dit experiment opgenomen om te kunnen bepalen welke woorden tot de woordenschat van de proefpersonen gerekend moeten worden. Immers, in de woord-herkenningstaak kunnen alleen die woorden als responsie gegeven worden die ook werkelijk door de proefpersonen gekend worden. In de lexicale zoektaak zijn in totaal 21084 responsies op 502 letterreeksen gegeven. Onder deze 502 letterreeksen bevonden zich alle CVC-woorden die door verwarring van de begin- en eindconsonant van de testwoorden gerespondeerd zouden kunnen worden. Bij elke letterreeks gaf de proefpersoon aan of hij deze als een woord kende. Het lag voor de hand die woorden tot de woordenschat van de proefpersonen te rekenen die door alle proefpersonen als woord geclassificeerd waren. Omdat het echter bij de uitvoering van deze taak voorkwam dat mede door vergissingen woorden als niet-woorden en niet-woorden als woorden werden gecategoriseerd is besloten een minder streng en min of meer arbitrair vastgesteld criterium te hanteren. Die woorden werden tot de woordenschat van de proefpersonen gerekend die door tenminste 80% van de proefpersonen als woord waren gecategoriseerd. Voor drie testwoorden in de woord-herkenningstaak (DOS, FEZ en ZOG) bleek dat minder dan 80% van de proefpersonen deze woorden als woord had gecategoriseerd. Deze woorden en de bijbehorende responsies worden daarom in de verdere verwerking van de data van dit experiment buiten beschouwing gelaten.

2.4.2 Onzinwoord-waarnemingstaak

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk uiteengezet is worden in het Bouwhuismodel de waarnemings- en verwarringskansen van de samenstellende fonemen van een gesproken woordvorm gebruikt om te voorspellen welke woorden als responsie gegeven zullen worden. Om de mate waarin de fonemen van de testwoorden correct waargenomen en verward worden te bepalen is de onzinwoord-waarnemingstaak in dit experiment opgenomen. Aan de hand van de responsies die in de onzinwoord-waarnemingstaak gegeven zijn, kunnen de verwarringskansen geschat worden. We veronderstellen dat de verwarringskansen zoals die gemeten zijn bij de onzinwoorden ook gelden voor de waarneming van de fonemen van de testwoorden in de woord-herkenningstaak, omdat de testwoorden zijn opgebouwd uit dezelfde akoestische bouwstenen als de onzinwoorden.

De onzinwoord-waarnemingstaak leverde 8064 responsies op. Bij het verwerken van de responsies werd er vanuit gegaan dat de klinker altijd correct werd waargenomen. Inspectie van de responsies leerde dat in ongeveer 2% van alle responsies in de woord-herkenningstaak en onzinwoord-waarnemingstaak de klinker verward werd. Deze verwarringen van de klinker zijn in de analyses verwaarloosd door net te doen alsof alle klinkers correct waargenomen zijn. De responsies uit de onzinwoord-waarnemingstaak werden samengevat in verwarringsmatrices voor begin- en eindconsonanten per klinker van het onzinwoord (/a/, /ε/ en /ɔ/) en per ruisconditie (S/N=3 dB en S/N=18 dB). Dit leverde twaalf verwarringsmatrices op, zes voor de beginconsonanten en zes voor de eindconsonanten. Deze verwarringsmatrices worden per ruisconditie voor beginconsonanten en eindconsonanten in tabellen 2.1, 2.2, 2.3 en 2.4 gegeven.

Bij de verwerking van de responsies van deze taak leek het erop dat proefpersonen bij sommige onzinwoorden de neiging vertoonden om met een woord te responderen. Dit zou kunnen betekenen dat in die gevallen de metingen niet meer vrij zijn van lexicale invloeden. Hierdoor komt het voor dat er soms aanzienlijke verschillen bestaan tussen de verwarringskansen van een consonant bepaald bij de eerste en tweede aanbieding in dezelfde bouwsteen en onder dezelfde ruisconditie. Om een indruk te krijgen van de reproduceerbaarheid van de metingen in de onzinwoord-waarnemingstaak is de correlatie berekend tussen de verwarringskansen gemeten bij de eerste en gemeten bij de tweede aanbieding van dezelfde bouwstenen onder dezelfde ruisconditie. De Pearson correlatiecoëfficiënt bleek .85 te zijn ($r^2 = .72$). Dit betekent dat ook andere factoren behalve die welke betrekking hebben op de waarneming van de consonanten van invloed zijn geweest op het meten van de verwarringskansen (bijvoorbeeld puur toeval).

Tabel 2.1: *Verwarringsmatrices van beginconsonanten gemeten bij onzinwoorden van de vorm CVC met klinker /a/, /ε/ en /ɔ/ onder S/N=18 dB. Verwarringen worden gegeven in percentages. Ten gevolge van afrondingsfouten is de som van alle percentages verwarringen bij een aangeboden consonant niet steeds 100%. Elke beginconsonant is 2 keer aan 42 proefpersonen aangeboden. Onder "-" staan percentages responsies die niet te categoriseren waren.*

/a/		Responsie														-			
		/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/		/r/	/j/	/w/
Stim.	/p/	74			5					17		1						4	
	/t/	1	57	4		14				1	21							1	
	/k/			100															
	/b/				96													4	
	/d/					94					4			2					
	/f/	62			4	1			2	30								1	
	/s/							74			26								
	/x/								100										
	/v/	15			5		1			64								14	
	/z/			1		2		7			81			4		4			1

/ε/		Responsie														-			
		/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/		/r/	/j/	/w/
Stim.	/p/	60	1		15		6			15								2	
	/t/	32	19		15	14				7								12	1
	/k/			100															
	/b/	7			90	1												1	
	/d/	30	7		49	8				2								4	
	/f/	12			1		17		2	65									2
	/s/							19			77								4
	/x/								98						1				1
	/v/	2			5		1		4	62	4				1		20		1
	/z/							2			83			5		8			1

/ɔ/		Responsie														-			
		/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/		/r/	/j/	/w/
Stim.	/p/	95		1	1		1			1									
	/t/		96			2				1									
	/k/			100															
	/b/				100														
	/d/					100													
	/f/	62	4		7		1		2					1				13	10
	/s/							85			13								2
	/x/								98										2
	/v/	4			20				2	52	1						17	4	
	/z/		1			12		2			71			1		12			

Tabel 2.2: *Verwarringsmatrices van beginconsonanten gemeten bij onzinwoorden van de vorm CVC met klinker /a/, /ε/ en /ɔ/ onder S/N=9 dB. Verwarringen worden gegeven in percentages. Ten gevolge van afrondingsfouten is de som van alle percentages verwarringen bij een aangeboden consonant niet steeds 100%. Elke beginconsonant is 2 keer aan 42 proefpersonen aangeboden. Onder "-" staan percentages responsies die niet te categoriseren waren.*

/a/	Responsie														-			
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/		/r/	/j/	/w/
Stim. /p/	35	1	11	21	2	1			26								2	
/t/	2	1	58	11	23			1	1								1	1
/k/			95		4			1										
/b/	2	5		57	27		1		6								1	
/d/					96					4								
/f/	60			19				1	12		1						7	
/s/							44			56								
/x/	10		10	5				52	2		6				1		1	12
/v/	23	1	1	20				2	29		1			1			20	1
/z/					81		1			14				1		1		1

/ε/	Responsie														-			
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/		/r/	/j/	/w/
Stim. /p/	11	4		69	8	1			7									
/t/	19	11		40	24				1								2	2
/k/			82	2	1			11									2	1
/b/	30	7	1	37	8				1								14	1
/d/	19	12	2	20	29				4								12	2
/f/	23	2		45	1	2		5	17									5
/s/							8			92								
/x/	1	1			1		1	83	8	1							1	1
/v/	11	1		52					7		1						27	
/z/			7		1					89				2				

/ɔ/	Responsie														-			
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/		/r/	/j/	/w/
Stim. /p/	67	6	1	21					4									1
/t/	39	6	10	13	2			4	1					4			2	14
/k/	5	32	11	17	30			1	1			1			2			
/b/	7		2	83				2	2									1
/d/		1			96										2			
/f/	39			23	4	1	1	7	2									17
/s/							13			87								
/x/	23	1	1	13			1	23	7		4						4	21
/v/	11		2	76				2	2		1						2	2
/z/				1	46					12				5		31		5

Tabel 2.3: *Verwarringsmatrices van eindconsonanten gemeten bij onzinwoorden van de vorm CVC met klinker /a/, /ε/ en /ɔ/ onder S/N=18 dB. Verwarringen worden gegeven in percentages. Ten gevolge van afrondingsfouten is de som van alle percentages verwarringen bij een aangeboden consonant niet steeds 100%. Elke beginconsonant is 2 keer aan 42 proefpersonen aangeboden. Onder "-" staan percentages responsies die niet te categoriseren waren.*

/a/	Responsie																		
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/	/r/	/j/	/w/	/h/	-
Stim. /p/	83	13	4																
/t/	5	88	7																
/k/			100																
/f/	36	38				7	13												6
/s/							95	1											4
/x/								92							7				

/ε/	Responsie																		
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/	/r/	/j/	/w/	/h/	-
Stim. /p/	100																		
/t/	46	48	6																
/k/	10		89																1
/f/		24	1			2	64	1											7
/s/							100												
/x/								92							7				1

/ɔ/	Responsie																		
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/	/r/	/j/	/w/	/h/	-
Stim. /p/	92		7												1				
/t/	85	7												6					2
/k/			100																
/f/	1	44	23			24	1	6						1					
/s/							99												1
/x/	1		4			1	5	85						1					4

Tabel 2.4: *Verwarringsmatrices van eindconsonanten gemeten bij onzinwoorden van de vorm CVC met klinker /a/, /ε/ en /ɔ/ onder S/N=9 dB. Verwarringen worden gegeven in percentages. Ten gevolge van afrondingsfouten is de som van alle percentages verwarringen bij een aangeboden consonant niet steeds 100%. Elke beginconsonant is 2 keer aan 42 proefpersonen aangeboden. Onder "-" staan percentages responsies die niet te categoriseren waren.*

/a/	Responsie																		
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/	/r/	/j/	/w/	/h/	-
Stim. /p/	37	36	19			1	7												
/t/	30	23	31			1	13						1						1
/k/	1		49					32							15				2
/f/	55	33	6			1	2	1			1								
/s/		14	1				73	1				1			7				2
/x/		4	8					61				1			26				

/ε/	Responsie																		
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/	/r/	/j/	/w/	/h/	-
Stim. /p/	48	45	5			1	1												
/t/	15	73	5			1	1	2			1	1							
/k/	10	20	68					1											1
/f/	38	39	8			6	7	1											
/s/		1						93											6
/x/	5	2	2				1	79							10				1

/ɔ/	Responsie																		
	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/	/m/	/n/	/ŋ/	/l/	/r/	/j/	/w/	/h/	-
Stim. /p/	11	8	79											1					1
/t/	68	23	6					4											
/k/	2	7	82					2							5				1
/f/	31	14	36			2	2	8			1	2		1	1				
/s/	1	4	10					75	5						1				5
/x/	4	19	14					17	42						1				3

De onzinwoorden die in de onzinwoord-waarnemingstaak zijn aangeboden waren slecht verstaanbaar gemaakt doordat er in meer of mindere mate ruis aan toegevoegd was. Veel studies, bijvoorbeeld die van Miller en Nicely (1955), hebben laten zien dat onder verstorende omstandigheden de kans dat consonanten met andere consonanten verward worden toeneemt naarmate de betrokken consonanten op minder fonologische kenmerken van elkaar verschillen. Voor de verwarringen die in de onzinwoord-waarnemingstaak opgetreden zijn, zou dit ook moeten gelden. Dit zal nu worden nagegaan.

Om de mate van gelijkenis tussen aangeboden en gerespondeerde consonanten te kunnen beoordelen is onderscheid gemaakt tussen het fout responderen van drie kenmerken in de verwarringen. De plaats van articulatie kon verkeerd gerespondeerd zijn, het stemhebbend of stemloos zijn van de consonant kon verkeerd gerespondeerd zijn en er konden verwisselingen tussen fricatieven en explosieven hebben plaatsgevonden. Ook meerdere van deze kenmerken kunnen binnen één verwarring fout gerespondeerd zijn. Met deze drie kenmerken kunnen verwarringen tussen de tien aangeboden consonanten (/b/, /d/, /f/, /x/, /k/, /p/, /s/, /t/, /v/ en /z/) beschreven worden. Weliswaar konden ook consonanten buiten deze tien gerespondeerd worden maar dit kwam slechts weinig voor, namelijk bij 14% van de verwarringen van de beginconsonant en bij 7% van de verwarringen van de eindconsonant. Van alle mogelijke verwarringen tussen deze tien consonanten wordt in tabel 2.5 aangegeven welke van de drie onderscheiden kenmerken daarbij betrokken zijn. Een aantal van de consonanten kunnen door fonologisch-distributionele beperkingen niet in eindpositie voorkomen, zodat deze matrix er voor de eindconsonanten er iets anders uitziet.

Als het zo is dat consonanten vooral verward worden met consonanten waarop zij lijken, dan mag verwacht worden dat er veel verwarringen zijn waarbij één kenmerk fout waargenomen is en minder verwarringen waarbij meerdere kenmerken foutief waargenomen zijn. Dit veronderstelt wel dat indien er van perceptieve gelijkenis geen sprake is de kansen op verwarringen die op één, twee of drie kenmerken van de aangeboden consonant verschillen even groot zijn. Kijken we echter naar tabel 2.5 dan blijkt dat de aantallen paren consonanten, die op één, twee of drie kenmerken van elkaar verschillen, niet gelijk zijn. Dit geldt zowel voor begin- als eindconsonanten. Het is daarom noodzakelijk de gevonden aantallen verwarringen die op één, twee of drie kenmerken van de gepresenteerde consonant verschillen in verband te brengen met de theoretisch mogelijke aantallen, gegeven dat de verwarringen in tabel 2.5 alle even waarschijnlijk zijn. In tabel 2.6 wordt in percentages van het totale aantal verwarringen binnen de tien consonanten gegeven hoe vaak verwarringen één, twee of drie kenmerken van de aangeboden consonanten verschilden. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen begin- en eindconsonanten. Ook worden in tabel 2.6 de percentages gegeven die verwacht mochten worden als de verwarringen in tabel 2.5 alle even waarschijnlijk geacht worden.

Uit tabel 2.6 blijkt dat de meeste verwarringen slechts op één kenmerk verschillen met de aangeboden consonant. Dit geldt zowel voor begin- als eindcon-

Tabel 2.5: In deze matrix wordt aangegeven op welke van drie kenmerken paren consonanten verschillen. Het gaat hier om de tien consonanten die in de onzinwoorden in de onzinwoord-waarnemingstaak zijn aangeboden. De drie kenmerken zijn: stemhebbend/stemloos (S), plaats van articulatie (P) en fricatief/explosief (F). Verwarringen die in eindpositie niet voor kunnen komen zijn voorzien van een sterretje.

	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/f/	/s/	/x/	/v/	/z/
/p/		P	P	S*	PS*	PF	PF	PF	PSF*	PSF*
/t/	P		P	PS*	S*	PF	F	PF	PSF*	SF*
/k/	P	P		PS*	PS*	PF	PF	F	PF*	PSF*
/b/	S*	PS*	PS*		P*	PSF*	PSF*	PSF*	PF*	PF*
/d/	PS*	S*	PS*	P*		PSF*	SF*	PSF*	PF*	F*
/f/	PF	PF	PF	PSF*	PSF*		P	P	S*	PS*
/s/	PF	F	PF	PSF*	SF*	P		P	PS*	S*
/x/	PF	PF	F	PSF*	PSF*	P	P		PS*	PS*
/F/	PSF*	PSF*	PF*	PF*	PF*	S*	PS*	PS*		PS*
/z/	PSF*	SF*	PSF*	PF*	F*	PS*	S*	PS*	PS*	

sonanten. Bij de eindconsonanten komen verwarringen die op drie kenmerken verschillen met de aangeboden consonant niet voor omdat door fonologisch-distributionele beperkingen stemhebbend/stemloos-fouten op die positie niet mogelijk zijn. Ook blijkt dat bij de beginconsonanten en de eindconsonanten meer verwarringen opgetreden zijn waarbij de gerespondeerde consonant één kenmerk van de aangeboden consonant verschilde dan verwacht mocht worden op grond van het toeval. Dit betekent dat geconcludeerd mag worden dat vooral die consonanten met elkaar verward zijn die op elkaar lijken.

Het is mogelijk dat sommige kenmerken makkelijker foutief gerespondeerd worden dan andere kenmerken en dus vaker tot verwarringen aanleiding geven. Omdat sommige kenmerken niet bij verwisselingen in eindpositie voor kunnen komen, kunnen er daarnaast belangrijke verschillen zijn in de mate waarin bepaalde kenmerken bij verwarringen tussen beginconsonanten enerzijds en eindconsonanten anderzijds betrokken zijn. Dit kan onderzocht worden door na te gaan hoe vaak elk van de drie kenmerken betrokken was in de verwarringen. In tabel 2.7 is dit gedaan voor begin- en eindconsonanten, uitgesplitst naar verwarringen die op één, twee en drie kenmerken met de gepresenteerde consonant verschillen. Ook worden hierbij weer de percentages gegeven die verwacht hadden mogen worden als de verwarringen uit tabel 2.5 alle even waarschijnlijk zouden zijn.

Hoewel de percentages foutieve waarnemingen van de kenmerken onderling

Tabel 2.6: *De verdeling van de verwarringen van de consonanten in de onzinwoord-waarnemingstaak naar het aantal foutief gerespondeerde kenmerken. De kenmerken waren: stemhebbend/stemloos, plaats van articulatie en fricatief/explosief. Onderscheid is gemaakt tussen beginconsonanten (C1) en eindconsonanten (C2). Het betreft hier alleen verwarringen tussen de geselecteerde consonanten. Bij de beginconsonanten komt 100% overeen met 1986 verwarringen bij de eindconsonanten met 1090. Tussen haakjes staan de percentages die verwacht mochten worden op basis van het toeval, ervan uitgaande dat alle mogelijke verwarringen even waarschijnlijk waren.*

Aantal kenmerken verschillend	C1	C2
1	55% (29%)	61% (53%)
2	33% (51%)	39% (47%)
3	12% (20%)	

aanzienlijk verschillen blijkt uit tabel 2.7 dat het niet zo is dat een bepaald kenmerk veel makkelijker verkeerd wordt gerespondeerd dan de andere kenmerken. De gevonden percentages wijken namelijk maar weinig af van de percentages die berekend zijn door er van uit te gaan dat alle mogelijke verwarringen binnen de verzameling geselecteerde consonanten even waarschijnlijk zijn. Desalniettemin lijkt er bij consonanten in eindpositie een tendens aanwezig te zijn vooral de plaats van articulatie verkeerd te beoordelen. Dit is enigszins in tegenspraak met hetgeen verwacht werd. Vermoed werd dat het toevoegen van ruis vooral invloed zou hebben op het waarnemen van het kenmerk stemhebbend/stemloos.

Ten gevolge van de fonologisch-distributionele regels van het Nederlands zijn aan het eind van een woord minder consonanten mogelijk dan aan het begin van een woord. Zo laten deze regels geen stemhebbende plofklanken en fricatieven of /h/ aan het eind van een woord toe. Van de zeventien consonanten waarmee een woord kan beginnen kunnen er vijf niet aan het eind van een woord voorkomen: /b/, /d/, /v/, /z/ en /h/. Dit heeft tot gevolg dat gepresenteerde eindconsonanten met minder andere consonanten verward kunnen worden dan gepresenteerde beginconsonanten. Het is de vraag wat het effect van dergelijke beperkingen is op de waarneembaarheid van consonanten in begin- en eindpositie. Met andere woorden, hoe varieert de waarneembaarheid van een consonant afhankelijk van de positie die hij in een CVC-combinatie inneemt. Opgemerkt dient te worden dat bij het gebruik van het Bouwhuismodel dit probleem niet speelt, omdat in het Bouwhuismodel verwarringskansen gebruikt worden die rechtstreeks, voor begin- en eindconsonanten apart, bepaald zijn. Op deze kwestie zal hier enigszins ingegaan worden, omdat het in de onzinwoord-waarnemingstaak verzamelde materiaal aanknopingspunten biedt om deze vraag te beantwoorden.

De Constant Ratio Rule (Clarke, 1957) stelt dat, wanneer een aantal respon-

Tabel 2.7: *De betrokkenheid van de drie kenmerken bij de in de onzinwoord-waarnemingstaak foutief gerespondeerde consonanten die op één kenmerk met de gepresenteerde consonant verschillen. De kenmerken waren: stemhebbend/stemloos, plaats van articulatie en fricatief/explosief. Onderscheid is gemaakt tussen beginconsonanten (C1) en eindconsonanten (C2). Het betreft hier alleen verwarringen tussen de geselecteerde consonanten. Bij de beginconsonanten gaat het om 1099 verwarringen bij de eindconsonanten om 664. Tussen haakjes staan de percentages die verwacht mochten worden op basis van het toeval, er van uit gaande dat alle mogelijke verwarringen even waarschijnlijk waren.*

Kenmerk	C1		C2	
Stemhebbend/stemloos	59%	(54%)		
Plaats van articulatie	27%	(31%)	89%	(75%)
Fricatief/explosief	13%	(15%)	11%	(25%)

siemogelijkheden worden uitgesloten, de kansen van de overgebleven responsiemogelijkheden toenemen en dat de verhouding tussen de kansen van elk paar van de overgebleven responsiemogelijkheden gelijk blijft aan de verhouding die tussen de twee responsiemogelijkheden bestond toen nog alle responsiemogelijkheden toegelaten waren. Toegepast op de waarneming van consonanten in begin- en eindpositie mogen we volgens de Constant Ratio Rule verwachten dat de waarnemingskansen van *alle* consonanten die in laatste positie zijn toegestaan evenredig met hun waarnemingskansen in beginpositie toenemen. In de data van de onzinwoord-waarnemingstaak zou dit teruggevonden moeten kunnen worden.

In tabel 2.8 worden de waarnemingskansen van de consonanten zoals gemeten in de onzinwoord-waarnemingstaak, gemiddeld over de beide ruiscondities, per positie gegeven. Hierbij dient in gedachten te worden gehouden dat de fysische eigenschappen van consonanten per positie en per klinker van de CVC-combinatie verschillen. Aangenomen wordt dat deze verschillen in de fysische eigenschappen van een consonant een veel geringere invloed op de waarnemingskansen hebben dan de invloed van fonologisch-distributionele beperkingen daarop.

De waarnemingskansen in tabel 2.8 suggereren dat in de onzinwoord-waarnemingstaak niet alle waarnemingskansen van de consonanten in eindpositie evenredig stijgen ten opzichte van de waarnemingskansen van de consonanten in beginpositie. Slechts de waarnemingskansen van /s/ en /t/ blijken in eindpositie in belangrijke mate toegenomen te zijn ten opzichte van de waarnemingskansen van die consonanten in beginpositie. Dit is in strijd met hetgeen verwacht mag worden als de Constant Ratio Rule zou gelden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat in die gevallen waarin eindconsonanten niet goed waargenomen worden, de akoestische informatie toch bepaalde interpretaties die wél op die positie zijn toegestaan, uitsluit. Hierdoor nemen sommige van de waarnemingskansen toe van alle consonanten die op eindpositie mogelijk zijn. Zo is bijvoorbeeld bij ver-

Tabel 2.8: Voor beginconsonanten (C1) en eindconsonanten (C2), gemiddeld over de metingen verkregen onder ruiscondities $S/N=18$ dB en $S/N=9$ dB, de waarnemingskansen in de onzinwoord-waarnemingstaak. Elke consonant kwam twaalf keer in het stimulusmateriaal voor.

	C1	C2
/f/	.04	.07
/x/	.76	.75
/k/	.81	.81
/p/	.57	.62
/s/	.41	.89
/t/	.32	.44
/b/	.77	
/d/	.71	
/v/	.36	
/z/	.59	

warringen van de /s/ in beginpositie vooral het kenmerk stemhebbend/stemloos betrokken. In eindpositie is dit kenmerk door fonotactische beperkingen niet van belang en zal de /s/ dus vaker correct verstaan worden.

2.4.3 Woord-herkenningstaak, observaties en voorspellingen

De woord-herkenningstaak leverde 2772 responsies op; deze zijn per testwoord verwerkt. Per testwoord is het aantal correcte herkenningen en de aantallen waarin verwarringen optraden, bepaald. Deze aantallen zijn ook omgerekend naar proporties.

De responsies in de woord-herkenningstaak zijn, gebruik makend van de resultaten van lexicale zoektaak en onzinwoord-waarnemingstaak, vanuit het Bouwhuismodel voorspeld. Dit gebeurde aan de hand van de verwarringsmatrices zoals die zijn afgeleid uit de responsies die in de onzinwoord-waarnemingstaak gegeven zijn en de schatting van de woordenschat die de lexicale zoektaak opgeleverd heeft.

In eerste instantie hadden de voorspellingen van het Bouwhuismodel de vorm van kansen op correcte herkenning en afzonderlijke verwarringen. De gemiddelde proporties correcte herkenningen geobserveerd in de woord-herkenningstaak en voorspeld vanuit het Bouwhuismodel worden per ruisconditie in tabel 2.9 gegeven.

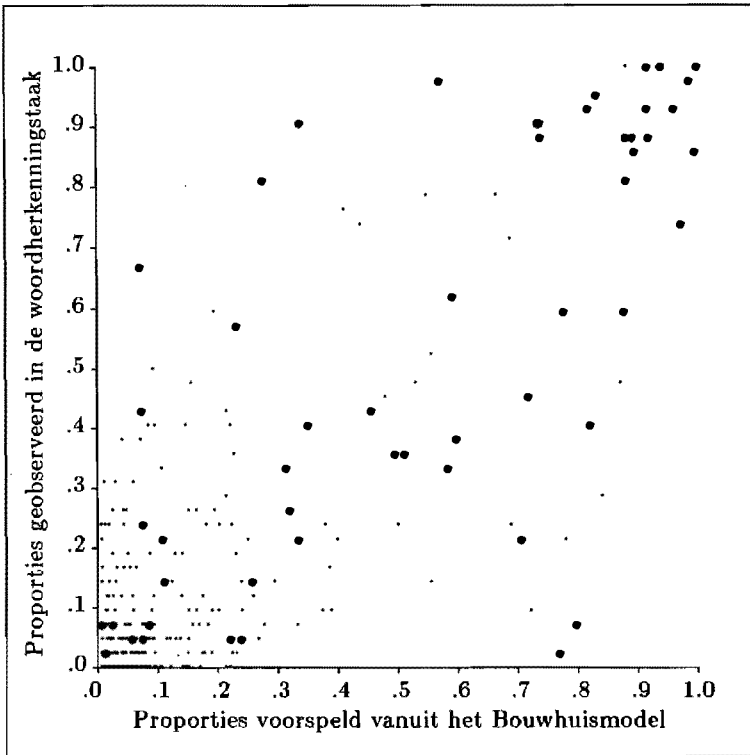
In tabel 2.9 zijn de resultaten voor de correcte herkenningen op globale wijze samengevat. Het is niet mogelijk op basis van deze tabel algemene uitspraken te

Tabel 2.9: *Per ruisconditie de gemiddelde proporties correcte herkenningen geobserveerd in de woord-herkenningstaak en voorspeld vanuit het Bouwhuismodel. De gemiddelde proporties onder $S/N=18$ dB zijn berekend over 90 ter herkenning aangeboden woorden, de gemiddelde proporties onder $S/N=3$ dB zijn berekend over de resultaten van 33 ter herkenning aangeboden woorden. Elk woord is door 42 proefpersonen gehoord. Tussen haakjes staan respectievelijk de standaarddeviatie van de proporties waarover het gemiddelde berekend is en het bijbehorende aantal proporties vermeld.*

Gemiddelde proportie correct	$S/N=18$ dB	$S/N=3$ dB
Geobserveerd in de woord-herkenningstaak	.68 (.35, 30)	.29 (.30, 33)
Voorspeld vanuit het Bouwhuismodel	.65 (.35, 30)	.35 (.31, 33)

doen over de mate waarin het Bouwhuismodel erin geslaagd is de responsies in de woord-herkenningstaak te voorspellen, omdat er per woord aanzienlijke afwijkingen tussen voorspelde en geobserveerde proporties correcte herkenningen kunnen bestaan en omdat in deze tabel geen recht wordt gedaan aan het grote aantal verwarringen dat is opgetreden. Een indruk van de samenhang tussen voorspelde en geobserveerde proporties responsies, correcte herkenningen en verwarringen, wordt in figuur 2.2 gegeven.

Het aantal observaties per testwoord in de woord-herkenningstaak was klein in vergelijking tot het aantal observaties waarop de voorspellingen waren gebaseerd. Hierdoor waren geobserveerde en voorspelde proporties responsies vaak niet exact gelijk. Kleine verschillen tussen geobserveerde en voorspelde proporties responsies, minder dan 0.012, hebben daarom geen betekenis. Er is daarom besloten de voorspelde proporties responsies om te rekenen naar te verwachten aantallen correcte herkenningen en verwarringen in de woord-herkenningstaak. In totaal waren er voor de 63 testwoorden 728 voorspelde aantallen responsies. Deze voorspelde aantallen zullen vergeleken worden met de in de woord-herkenningstaak geobserveerde aantallen responsies. Van de 728 voorspelde aantallen waren er een zeer groot aantal zeer klein (voorspelde aantallen van 0, 1 of 2). Dit gold ook voor de geobserveerde aantallen in de woord-herkenningstaak. Om de vergelijking van de voorspellingen uit het Bouwhuismodel met de observaties uit de woord-herkenningstaak niet te veel te laten beïnvloeden door voorspellingen en observaties die gebaseerd zijn op een klein aantal responsies zijn de paren voorspellingen en responsies waarvan beide kleiner of gelijk aan twee waren buiten beschouwing gelaten. Dit komt overeen met het buiten beschouwing laten van die paren waarvan de waarnemingskans en herkenningskans kleiner was dan .05 (vgl. Schiepers, 1976). Hierdoor bleven er 225 paren voorspellingen over. Weliswaar is dit een aanzienlijke reductie van het aantal paren voorspellingen en observaties, maar gerekend naar het aantal responsies in beide taken is dit slechts een reductie van ongeveer 9%.



Figuur 2.2: Vanuit het Bouwhuismodel voorspelde proporties responsies uitgezet tegen de in de woordherkenningstaak geobserveerde proporties responsies. Onderscheid is gemaakt tussen korrekte herkenningen (•) en foutieve responsies (•).

Om de voorspellingen die vanuit het Bouwhuismodel zijn berekend in een statistische analyse te vergelijken met de observaties in de woordherkenningstaak is voor een non-parametrische toets gekozen: de test voor gepaarde waarnemingen van Wilcoxon (Siegel, 1956). Voor deze test is gekozen omdat de data niet normaal verdeeld waren en niet op een ratio-schaal waren gemeten. Een eigenschap van deze test is dat grote verschillen tussen voorspellingen en observaties zwaarder gewogen worden dan kleine verschillen. Deze test werd uitgevoerd op de 225 paren aantallen verschillende responsies die door het Bouwhuismodel voorspeld en in de woordherkenningstaak geobserveerd waren. Uit de test bleek dat er geen significant verschil bestond tussen de voorspellingen van het Bouwhuismodel en de observaties in de woordherkenningstaak ($Z = -1.02$, n.s., tweezijdig).

Dit resultaat betekent dat niet gesteld kan worden dat de responsies in de woord-herkenningstaak niet voorspeld kunnen worden vanuit het Bouwhuis-model. Met het verbinden van een conclusie aan dit resultaat moeten we voorzichtig zijn omdat voorspelde en geobserveerde proporties vaak aanzienlijk van elkaar verschillen (zie figuur 2.2). Het lijkt erop dat deze afwijkingen tussen voorspelde en geobserveerde proporties veroorzaakt worden door de onnauwkeurigheid van de metingen. Op zich geeft dit resultaat geen aanleiding om te veronderstellen dat bij de herkenning van de testwoorden in de woord-herkenningstaak spraakklanken uit het woordbegin een belangrijkere rol hebben gespeeld dan die uit het wordeinde.

2.4.4 Een deel van de data nader beschouwd

Er is wellicht ook een andere manier om naar de data van dit experiment te kijken. In de inleiding van dit hoofdstuk is uiteengezet dat de cohorttheorie zo geïnterpreteerd kan worden dat een woord een grotere kans heeft om correct herkend te worden als alleen spraakklanken uit het wordeinde verward worden dan als spraakklanken uit het woordbegin verkeerd waargenomen worden. Het kernpunt van die redenering was dat, als na enige tijd de binnenkomende informatie alle geactiveerde woordkandidaten uitsluit, woordkandidaten die aanvankelijk in het cohort hebben gezeten een grotere kans hebben bij heroverweging van de binnengekomen informatie alsnog correct herkend te worden dan woorden die niet deel hebben uitgemaakt van het cohort. Deze redenering kan ook gevolgd worden voor woorden waarvan zowel spraakklanken uit het begin als uit het eind van een woord in meer of mindere mate aan verwarring onderhevig zijn. We veronderstellen dat, in geval van heroverweging van de binnengekomen informatie, woorden waarbij de kans dat de beginconsonant correct wordt waargenomen, groter is dan de kans dat de eindconsonant correct wordt waargenomen, vaker correct herkend zullen worden dan woorden waarbij juist de kans dat de eindconsonant correct wordt waargenomen groter is dan de kans dat de beginconsonant correct wordt waargenomen.

Om de geldigheid van bovengenoemde hypothese te onderzoeken is onderscheid gemaakt tussen twee klassen testwoorden, A en B. In klasse A werden al die testwoorden van de woord-herkenningstaak opgenomen waarvan de in de onzinwoord-waarnemingstaak vastgestelde kans op correcte waarneming van de beginconsonant kleiner is dan die van de eindconsonant ($P(C1) < P(C2)$). Klasse B bevatte die testwoorden waarvan de kans op correcte waarneming van de beginconsonant groter is dan die van de eindconsonant ($P(C1) > P(C2)$). Voor twee testwoorden gold dat de kans op correcte waarneming van de beginconsonant gelijk was aan de kans op correcte waarneming van de eindconsonant, deze testwoorden zijn verder niet in deze analyse opgenomen. De woorden zijn niet in meer klassen opgedeeld omdat dan het aantal woorden binnen elke klasse te klein zou worden. Eerst is voor beide klassen het gemiddelde van de herkenningkans van de woorden berekend. De gemiddelde herkenningkans van

de woorden in beide klassen staan in tabel 2.10 vermeld. Omdat de klassen A en

Tabel 2.10: *Gemiddelde proporties correcte herkenningen geobserveerd in de woord-herkenningstaak en voorspeld vanuit het Bouwhuismodel voor twee klassen woorden. In klasse A zijn 27 testwoorden uit de woord-herkenningstaak opgenomen waarvoor geldt: $P(C1) < P(C2)$. In klasse B zijn 34 testwoorden opgenomen waarvoor geldt: $P(C1) > P(C2)$. De proporties correcte herkenningen zijn per woord berekend over responsies van 42 proefpersonen. Tussen haakjes worden de standaarddeviaties (sd.) van de proporties waarover het gemiddelde is berekend en bijbehorende aantallen (n) gegeven.*

	Klasse A $P(C1) < P(C2)$	Klasse B $P(C1) > P(C2)$
Geobserveerd in de woord-herkenningstaak	.48 (sd.=.40, n=27)	.47 (sd.=.36, n=34)
Voorspeld vanuit het Bouwhuismodel	.47 (sd.=.38, n=27)	.51 (sd.=.35, n=34)

B verschillende woorden bevatten is het mogelijk dat er systematische verschillen bestaan tussen de waarneembaarheden van de samenstellende fonemen van de woorden uit beide klassen. Ook is het mogelijk dat er systematische verschillen bestaan tussen de woorden van beide klassen in de mate waarin het lexicon beperkingen oplegt aan de responsies. Deze gemiddelde herkenningkansens zijn daarom niet zonder meer met elkaar te vergelijken. De invloed van de waarneembaarheden van de samenstellende fonemen en de invloed van lexicale beperkingen op de herkenningkansens kan berekend worden door gebruik te maken van het Bouwhuismodel. Voor de woorden uit beide klassen zijn daarom ook de herkenningkansens voorspeld vanuit het Bouwhuismodel berekend, deze worden ook in tabel 2.10 gegeven. Indien nu blijkt dat de voorspellingen van de kansens op correcte herkenningen van de woorden uit klasse B door het Bouwhuismodel stelselmatig lager uitkomen dan de in de woord-herkenningstaak geobserveerde herkenningkansens en dit niet geldt voor de voorspellingen en observaties bij de woorden uit klasse A, dan betekent dit een ondersteuning voor de gevolgde redenering. Vervolgens is voor elk woord uit de twee klassen een verschilscore, de afwijking tussen de voorspelde herkenningkansens vanuit het Bouwhuismodel en de in de woord-herkenningstaak geobserveerde herkenningkansens, berekend. Om in een t-test na te kunnen gaan of de verschilcores van de woorden van de twee klassen statistisch significant van elkaar verschillen werden voor de berekening van de verschilcores niet de oorspronkelijke herkenningkansens gebruikt maar de herkenningkansens na transformatie door er de arcsinus van te nemen. Proporties of herkenningpercentages zijn namelijk niet normaal verdeeld. De arcsinus transformatie zorgt ervoor dat een normale verdeling van de metingen ontstaat (Studebaker, 1985) waardoor het toepassen van parametrische toetsen mogelijk

wordt. In de t-test bleek dat er geen significant verschil was tussen de verschillscores van de woorden uit de twee klassen ($t=0.76$, $df=59$, n.s.). Dit betekent dat ook in de afwijkingen tussen de voorspellingen vanuit het Bouwhuismodel en de in de woord-herkenningstaak geobserveerde proporties correcte herkenningen voor de twee onderscheiden klassen testwoorden geen aanwijzingen gevonden zijn voor een groter belang van woordbegininformatie.

2.4.5 Verwarringen in de woord-herkenningstaak

In 2.4.2 hebben we gezien dat consonanten in de onzinwoord-waarnemingstaak vooral verward worden met consonanten waarop zij lijken. Dit bleek toen gekeken werd naar de aantallen kenmerken waarop de verwarringen verschilden met de aangeboden consonanten. Op de zelfde wijze kunnen de verwarringen die opgetreden zijn in de woord-herkenningstaak onderzocht worden. Ook bij die verwarringen kan bekeken worden in welke mate aangeboden en gerespondeerde consonanten van elkaar afwijken en welke van de drie onderscheiden kenmerken daarbij het vaakst betrokken zijn. Hierbij doen zich echter twee problemen voor. Ten eerste speelt bij verwarringen in de woord-herkenningstaak naast de onderlinge gelijkheid van consonanten het lexicon een rol. Immers, de responsies moeten in de woord-herkenningstaak woorden zijn. Of de responsies in de woord-herkenningstaak wel of niet veel op de aangeboden klankvorm lijken wordt daarom mede bepaald door de plaatselijke structuur en dichtheid van het lexicon. Een tweede probleem is dat de verschillende consonanten waaruit de woorden die in de woord-herkenningstaak zijn aangeboden niet in gelijke aantallen in die woorden voorkomen. Bij de onzinwoord-waarnemingstaak was dit wel het geval. Deze bezwaren hebben tot gevolg dat het in tegenstelling tot hetgeen mogelijk was in 2.4.2 nu niet mogelijk is een schatting te geven van de percentages verwarringen die op één, twee of drie kenmerken van de aangeboden consonanten verschillen, aangenomen dat alle verwarringen even waarschijnlijk zijn. Ook is het nu niet mogelijk een schatting te geven van de betrokkenheid van de verschillende kenmerken bij de verwarringen aangenomen dat alle verwarringen even waarschijnlijk zouden zijn. Toch zullen de verwarringen die opgetreden zijn in de woord-herkenningstaak wel op het niveau van de consonanten bestudeerd worden om te zien of er misschien belangrijke verschillen zijn met de bevindingen gerapporteerd in 2.4.2 betreffende de verwarringen van consonanten in de responsies op de onzinwoorden.

Voor de verwarringen die in de woord-herkenningstaak zijn opgetreden, is eerst nagegaan in hoeverre de consonanten uit die responsies leken op de aangeboden klankvormen. Dit is onderzocht door voor de verwarringen van de begin- en eindconsonanten van de aangeboden woorden afzonderlijk na te gaan op hoeveel kenmerken zij van de gepresenteerde consonanten verschillen. Hierbij zijn alleen verwarringen betrokken binnen de verzameling van tien consonanten die in de CVC-woorden voorkwamen. Bij de beginconsonanten valt 80% van de verwarringen hierbinnen, bij de eindconsonanten 94%. Ook nu verwachten we

dat veel gerespondeerde consonanten slechts één kenmerk met de gepresenteerde consonant verschillen en dat een geringer aantal verwarringen op meerdere kenmerken met de gepresenteerde consonanten verschillen. In tabel 2.11 wordt het resultaat van deze telling gegeven.

Tabel 2.11: *De verdeling van de verwarringen van de consonanten van de CVC-woorden in de woord-herkenningstaak naar het aantal foutief gerespondeerde kenmerken. De kenmerken waren: stemhebbend/stemloos, plaats van articulatie en fricatief/explosief. Onderscheid is gemaakt tussen beginconsonanten (C1) en eindconsonanten (C2). Het betreft hier alleen verwarringen tussen de geselecteerde consonanten. Bij de beginconsonanten komt 100% overeen met 718 verwarringen bij de eindconsonanten met 818.*

Aantal kenmerken verschillend	C1	C2
1	57%	79%
2	29%	21%
3	14%	

Tabel 2.11 laat zien dat de meeste verwarringen van begin- en eindconsonanten op slechts één kenmerk van de aangeboden begin- of eindconsonant verschillen. Dit komt overeen met hetgeen bij de verwarringen in de onzinwoord-waarnemingstaak gevonden is. Het lijkt er daarom op dat ook voor de foutieve responsies in de woord-herkenningstaak de conclusie getrokken kan worden dat de neiging bestaat met woorden te responderen die zo veel mogelijk lijken op de aangeboden klankvorm.

In 2.4.2 is onderzocht of in de verwarringen die in de onzinwoord-waarnemingstaak optraden, sommige van de onderscheiden kenmerken vaker betrokken waren dan andere kenmerken. Tabel 2.12 laat de betrokkenheid van de drie kenmerken in de verwarringen uit de woord-herkenningstaak op dezelfde wijze als in tabel 2.7 zien.

Het patroon van de betrokkenheid van de drie kenmerken bij de verwarringen zoals dat gegeven wordt in tabel 2.12 lijkt sterk op het patroon dat gevonden is bij de verwarringen van de onzinwoorden (tabel 2.7). Dit zou betekenen dat ook in de woord-herkenningstaak niet een bepaald kenmerk veel makkelijker verkeerd gerespondeerd wordt dan een ander van de drie kenmerken.

Bij de bespreking van de onzinwoord-waarnemingstaak is duidelijk geworden dat fonologisch-distributionele beperkingen van invloed zijn op de waarneming van de eindconsonanten. We zagen in tabel 2.8 dat door de vermindering van het aantal responsiemogelijkheden de waarneembaarheden van /s/ en /t/ toenamen en die van de overige consonanten in eindpositie ongeveer gelijk bleven aan die in beginpositie. Misschien is dit effect ook zichtbaar te maken in de responsies in de woord-herkenningstaak. De waarneembaarheden van de begin- en

Tabel 2.12: *De betrokkenheid van de drie kenmerken bij verwarringen van de consonanten van de woorden in de woord-herkenningstaak die op één kenmerk met de gepresenteerde consonant verschillen. De kenmerken waren: stemhebbend/stemloos, plaats van articulatie en fricatief/explosief. Onderscheid is gemaakt tussen beginconsonanten (C1) en eindconsonanten (C2). Het betreft hier alleen verwarringen tussen de geselecteerde consonanten. Bij de beginconsonanten gaat het om 407 verwarringen bij de eindconsonanten om 644.*

Kenmerk	C1	C2
Stemhebbend/stemloos	73%	
Plaats van articulatie	17%	84%
Fricatief/explosief	10%	16%

eindconsonanten in de woord-herkenningstaak zijn daarom berekend en worden in 2.13 gegeven. Bedacht moet worden dat de begin- en eindconsonanten nu in verschillende aantallen in het aangeboden materiaal voor zijn gekomen en dat daarom de nauwkeurigheid van de metingen verschillend is.

Ook nu blijkt dat niet alle waarnemingskansen van consonanten in eindpositie toegenomen zijn ten opzichte van de waarnemingskansen in beginpositie zoals volgens de Constant Ratio Rule (Clarke, 1957) verwacht had mogen worden. Alleen de waarnemingskans van /s/ in eindpositie is duidelijk toegenomen ten opzichte van de waarnemingskans van /s/ in beginpositie. Voor de overige consonanten is de waarnemingskans in beginpositie nagenoeg gelijk aan die in eindpositie. In tegenstelling tot hetgeen gevonden is bij de waarneming van de consonanten in de onzinwoord-waarnemingstaak blijkt nu de waarnemingskans van /t/ niet te variëren als functie van de positie in een CVC-vorm. Dit is een andere aanwijzing dat de Constant Ratio Rule niet voldoet voor het voorspellen van waarnemingskansen van consonanten in eindpositie gegeven de waarneembaarheden van consonanten in beginpositie.

2.5 Discussie

In dit experiment werd het belang van woordbegininformatie in de herkenning van CVC-woorden onderzocht. Er is voor CVC-woorden gekozen omdat de klankvormen van dergelijke woorden weinig redundant zijn. Indien bij CVC-woorden gevonden wordt dat informatie uit het begin van een woord meer aan herkenning bijdraagt dan informatie uit het laatste deel dan is dit een sterke aanwijzing dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie later uit het woord.

Er bleek geen significant verschil te bestaan tussen de voorspellingen van het Bouwhuismodel, gebaseerd op metingen in de onzinwoord-waarnemingstaak, lexicale zoektaak en de hypothese dat er geen positievoordeel is, en de obser-

Tabel 2.13: Voor beginconsonanten (C1) en eindconsonanten (C2), gemiddeld over de metingen verkregen onder ruiscondities $S/N=18$ dB en $S/N=9$ dB, de waarnemingskansen in de woord-herkenningstaak. Het aantal keren dat een consonant in het stimulusmateriaal voorkwam wisselde en wordt tussen haakjes achter de waarnemingskans gegeven.

	C1	C2
/f/	.02 (2)	.04 (4)
/x/	.74 (5)	.69 (3)
/k/	.85 (8)	.81 (19)
/p/	.58 (10)	.61 (9)
/s/	.46 (5)	.75 (11)
/t/	.59 (5)	.58 (17)
/b/	.72 (11)	
/d/	.93 (8)	
/v/	.24 (5)	
/z/	.69 (4)	

vaties in de woord-herkenningstaak. Dit resultaat kan opgevat worden als een aanwijzing dat in het herkenningsproces van gesproken CVC-woorden informatie uit het woordbegin evenveel aan herkenning bijdraagt als informatie over het wordeinde.

Ook als onderscheid gemaakt wordt tussen CVC-woorden in de woord-herkenningstaak waarvan het woordbegin slechter te verstaan is dan het wordeinde en woorden waarbij het woordbegin beter te verstaan is, blijkt, in tegenstelling tot hetgeen verwacht mocht worden op grond van de cohorttheorie, niets van een grotere bijdrage van woordbegininformatie aan herkenning.

Het is niet uit te sluiten dat het resultaat van dit experiment toegeschreven moet worden aan bijzondere eigenschappen van CVC-woorden. Zo vormen veel CVC-combinaties woorden en hebben CVC-woorden een relatief korte duur. Op deze aspecten van CVC-woorden zal daarom nog ingegaan worden. Het vermoeden dat er met de herkenning van CVC-woorden iets bijzonders aan de hand is, heeft natuurlijk gevolgen voor de generaliseerbaarheid van de resultaten van dit experiment naar de herkenning van woorden met een structuur anders dan CVC. Ook dit punt zal nog aan bod komen.

Er is een andere verklaring, dan het ontbreken van een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor woordbegininformatie, voor de uitkomst van dit experiment mogelijk. Doordat er zeer veel CVC-woorden in het lexicon voorkomen zijn er relatief weinig onzinwoorden met de structuur CVC te vormen. Dit heeft tot gevolg dat verwarring van één of meerdere consonanten van een CVC-woord vaak tot een passende representatie van een ander CVC-

woord leidt. Hierdoor zijn CVC-woorden weinig lexicaal redundant te noemen. Om in termen van de cohorttheorie te spreken: het komt zelden voor dat een verkeerde of onvolledige interne afbeelding van de klankvorm van een gesproken CVC-woord alle geactiveerde woordkandidaten uitsluit. Dit betekent dat heroverweging van de binnengekomen informatie niet erg vaak zal plaatsvinden. Het is daarom mogelijk dat de grotere invloed op het herkenningproces van woordbegininformatie, die we bij heroverweging van de beschikbare informatie zouden verwachten, zich hierdoor niet kon manifesteren. Omdat langere woorden lexicaal redundanter zijn is het heel goed mogelijk dat een dergelijk effect bij langere woorden wel gevonden kan worden.

Hoofdstuk 3

Herkenning van gelede woorden

3.1 Inleiding

Hoewel er van veel kanten evidentie aangedragen is dat woordbegininformatie in het herkennen van gesproken woorden een bijzondere plaats inneemt (zie 1.3), is hiervan niets gebleken in het experiment dat in het vorige hoofdstuk werd besproken en waarin CVC-woorden ter herkenning werden aangeboden.

In hoofdstuk 1 zijn voor de gerapporteerde grotere bijdrage van woordbegininformatie aan de herkenning van woorden dan van informatie later uit het woord ook andere verklaringen gegeven dan een grotere gevoeligheid van het herkenningsproces voor woordbegininformatie. Het is, als de spraak van goede kwaliteit is, mogelijk dat informatie vroeg uit het woord voldoende is om het te kunnen onderscheiden van alle andere woorden in het lexicon. Informatie over latere delen van het woord behoeft dan niet meer bij te dragen aan herkenning ervan. In geval voor de herkenning van woorden slechts informatie over het begin van een woord of over het eind van een woord beschikbaar is kan wordeindinformatie minder efficiënt aangewend worden omdat er dan onzekerheid bestaat over de positie die de informatie in het te herkennen woord in zou moeten nemen. Als informatie over het woordbegin aanwezig is bestaat die onzekerheid niet, mits bekend is dat het het woordbegin betreft.

In het vorige hoofdstuk is voor een experiment gekozen waarin CVC-woorden ter herkenning werden aangeboden omdat dan aanwijzingen dat informatie uit het woordbegin meer bijdraagt aan herkenning, niet anders uitgelegd zouden kunnen worden dan dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie. Informatie uit het woordbegin bleek echter niet meer aan herkenning bij te dragen dan informatie uit het wordeinde. Voorzichtig werd toen geconcludeerd dat in de herkenning van CVC-woorden woordbegininformatie geen bijzondere plaats inneemt. Het is onzeker of deze conclusie gegeneraliseerd kan worden naar de herkenning van woorden met een andere structuur dan CVC. Zo is het mogelijk dat het herkenningsproces bij CVC-woorden anders verloopt dan bij langere woorden juist omdat CVC-woorden zo kort duren. Ook bestaat er tussen CVC-woorden en langere woorden verschil in de mate waarin het lexi-

con toelaat dat andere woorden dan het gesprokene gerespondeerd worden als akoestische informatie verward wordt. Zo leidt bijvoorbeeld verwarring van één foneem met een ander bij CVC-woorden vaak tot een passende representatie van een ander CVC-woord. Bij langere woorden is dit over het algemeen niet het geval.

Er is in het experiment dat besproken is in het vorige hoofdstuk, gebruik gemaakt van de eigenschap van CVC-woorden dat zij pas uniek in het lexicon geïdentificeerd kunnen worden nadat de hele klankvorm beschikbaar is gekomen. Om bij langere woorden te kunnen onderzoeken of het herkenningproces gevoeliger is voor informatie uit het begin van een woord dan voor informatie uit latere delen van een woord, zouden we woorden willen gebruiken die deze zelfde eigenschap hebben. Als bij dergelijke woorden gevonden wordt dat woordbegininformatie meer bijdraagt aan herkenning dan informatie laat uit het woord dan kan dit niet verklaard worden door te stellen dat de woorden al herkend konden worden als informatie van het eerste deel gehoord is. Een probleem is echter dat langere woorden meestal redundanter zijn dan korte woorden (zie 1.2).

In dit hoofdstuk vragen we ons af wat de invloed op de herkenning is als uitgaande van slecht verstaanbare CVC-woorden langere bestaande woorden gemaakt worden. In het bijzonder zijn we geïnteresseerd in de invloed die een toevoeging aan het begin van een slecht verstaanbaar CVC-woord heeft in vergelijking met een toevoeging aan het eind van een slecht verstaanbaar CVC-woord. Zo zou het CVC-woord BEL door de toevoeging van het betekenisloze woorddeel RE- verlengd kunnen worden tot het woord REBEL. Bij de woorden die op deze manier tot stand zijn gekomen is meer akoestische informatie beschikbaar om ze te kunnen herkennen dan aanwezig was om de oorspronkelijke CVC-woorden te herkennen. Of anders gesteld: er is dan meer informatie beschikbaar om dergelijke woorden te kunnen onderscheiden van andere woorden in het lexicon. Het is daarom te verwachten dat de toevoeging van de lexicaal relevante informatie tot gevolg zal hebben dat de woorden die op deze manier zijn gevormd een grotere kans hebben om correct herkend te worden dan de oorspronkelijke matig verstaanbare CVC-woorden. Als daarnaast toevoegingen aan het begin van een woord tot meer correcte herkenningen leiden dan toevoegingen aan het eind dan betekent dat een ondersteuning van de hypothese dat het woordherkenningproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie later uit het woord.

Langere woorden kunnen gemaakt worden door betekenisloze woorddelen toe te voegen aan het begin van een CVC-woord, zoals gebeurd is in het woord REBEL, maar ook door betekenisloze woorddelen te laten volgen op CVC-woorden. Een voorbeeld van het laatste is BELGIË dat gemaakt kan worden door het betekenisloze woorddeel -GIË te laten volgen op het zelfde CVC-woord BEL. Als het zo is dat informatie vroeg uit deze woorden meer bijdraagt aan herkenning dan informatie laat uit deze woorden dan is te verwachten dat de plaats waarop de lexicaal relevante informatie wordt toegevoegd van invloed

is op de kans op herkenning van deze woorden. Volgens opvattingen over de woordherkenning zoals de cohorttheorie (zie 1.3), waarin het belang van woordbegininformatie wordt benadrukt, mag verwacht worden dat over het algemeen woorden waarvan het eerste deel goed verstaanbaar is vaker correct herkend worden dan woorden waarvan akoestische informatie uit vroege delen verward kan worden. Dit betekent dat volgens genoemde opvattingen woorden die tot stand zijn gekomen door goed verstaanbare betekenisloze woorddelen vooraan CVC-woorden toe te voegen, zoals bij het voorbeeld REBEL, beter herkend zouden moeten worden dan woorden die gemaakt zijn door goed verstaanbare betekenisloze woorddelen achter CVC-woorden te voegen, zoals BELGIË. Deze hypothese zal getoetst worden in het experiment dat in dit hoofdstuk besproken wordt.

In de voorbeelden, REBEL en BELGIË, die hierboven gegeven zijn leverde het toevoegen van betekenisloze woorddelen aan een CVC-woord woorden op die ook weer uit één morfeem bestaan. Het zijn woorden die niet verder in betekenisdragende eenheden opgedeeld kunnen worden. Zij worden ongelede of monomorfematische woorden genoemd (de Vooys, 1960; Booi, 1977). Het is mogelijk dat er veel meer woorden met het woorddeel RE- beginnen dan er woorden met -GIË eindigen. De toevoeging aan het eind van het CVC-woord, -GIË, is dan informatiever dan de toevoeging van RE- vooraan. Verschillen in herkenbaarheid tussen REBEL en BELGIË kunnen daarom niet zondermeer toegeschreven worden aan de plaats waarop betekenisloze woorddelen zijn toegevoegd. Om na te kunnen gaan wat de invloed is op de herkenning van een toevoeging voor een CVC-woord in vergelijking tot een toevoeging achter een CVC-woord is het noodzakelijk dat we weten hoe informatief de toegevoegde woorddelen zijn.

Als we dergelijke woorden in een experiment ter herkenning aanbieden om te onderzoeken of het toevoegen van lexicaal relevante informatie aan het begin van een CVC-woord de kans op correcte herkenning meer doet toenemen dan de toevoeging van lexicaal relevante informatie aan het eind van een CVC-woord dan hebben we meer woordparen als REBEL en BELGIË nodig. Dergelijke woordparen zijn niet makkelijk te vinden. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het ontbreken van een fonologisch woordenboek van de Nederlandse taal in een geautomatiseerde versie.

Het is ook mogelijk langere woorden te maken door, uitgaande van CVC-woorden, betekenisdragende woorddelen aan CVC-woorden toe te voegen. Zo kan bijvoorbeeld het prefix GE- voor ROET geplaatst worden om het gelede woord GEROET te maken. Of we kunnen het suffix -IG achter het morfeem ROET plaatsen zodat het woord ROETIG ontstaat. In het te bespreken experiment is gekozen voor woorden die bestaan uit een stammorfeem van de vorm CVC waaraan in het ene geval een prefix is toegevoegd en in het andere een suffix. In dit verband is het voldoende om over stammorfemen op te merken dat het morfemen zijn die ook indien zij in isolatie gerealiseerd worden betekenis hebben (van den Toorn, 1984). Affixen zijn geen stammorfemen, het zijn morfemen die alleen voor kunnen komen als zij aan een stammorfeem gekoppeld zijn. Het gebruik van deze gelede woorden in ons experiment heeft een

aantal voordelen. De nieuw gevormde woorden zijn ondanks het toevoegen van affixen niet of niet ver voor hun wordeinde te herkennen, in dit opzicht zijn zij nog min of meer vergelijkbaar met CVC-woorden. Er zijn een groot aantal CVC-woorden waaraan affixen toegevoegd kunnen worden. Dit betekent dat de verzameling woorden waaruit testwoorden gekozen kunnen worden groter is en makkelijker toegankelijk is dan indien we voor ongelede woorden gekozen hadden. Ten derde kan relatief eenvoudig de mate waarin afzonderlijke affixen informatief zijn bepaald worden. Dit kan gebeuren door in een geautomatiseerde versie van een woordenboek na te gaan hoeveel woorden voorkomen met een bepaald affix.

Tot nu toe is er van uitgegaan dat gelede woorden op dezelfde wijze herkend worden als ongelede woorden. Er zijn echter aanwijzingen dat gelede woorden met één of meer affixen herkend worden door eerst de aanwezige affixen van het stam morfeem los te maken, het stam morfeem te herkennen en vervolgens na te gaan of de combinatie stam morfeem met de waargenomen affixen in het lexicon voorkomt of voor kan komen (Taft & Forster, 1975). De evidentie hiervoor is alleen gevonden bij verbuigingen (Gibson & Guinet, 1971; Stanners, Neiser, HERNON & Hall, 1979; Taft, 1979; Kempley & Morton, 1982). Bij afleidingen zijn dergelijke aanwijzingen voor 'affixstripping' niet aangetroffen (Stanners, Neiser, HERNON & Hall, 1979; Henderson, 1985; Cutler, Hawkins & Gilligan, 1985; Bergman, Eling & Hudson, te verschijnen) en kan verondersteld worden dat dergelijke woorden herkend worden op een wijze die overeenkomt met die van monomorfematische woorden. Deze overweging heeft er toe geleid in dit experiment slechts afleidingen ter herkenning aan te bieden.

Voor de resultaten van dit experiment voorspellen we dat het toevoegen van affixen aan stam morfemen er toe zal leiden dat de kans op herkenning van deze langere woorden toeneemt ten opzichte van kans op herkenning van de oorspronkelijke woorden zonder toevoegingen. Om dit te kunnen toetsen worden ook de stam morfemen zonder enige toevoeging ter herkenning aangeboden. Als het herkenningproces gevoeliger is voor woordbegininformatie zal blijken dat woorden met een prefix beter herkend worden dan woorden met een suffix. Ook verwachten we dat naarmate pre- en suffixen informatiever zijn de kans op herkenning van het woord waarvan zij deel uitmaken zal toenemen. Daarom is nog een ander type woord in het experiment opgenomen, te weten stam morfemen gecombineerd met zowel een pre- als een suffix, bijvoorbeeld BEROETING. Omdat de toevoegingen vooraan en achteraan samen meer informatie geven over het te herkennen woord is de verwachting dat dit laatste type woord de grootste kans zal hebben om herkend te worden.

De bijdrage aan herkenning van woordbegininformatie kan niet zondermeer vergeleken worden met die van wordeindinformatie door de herkenbaarheid van woorden met een prefix te vergelijken met die van woorden met hetzelfde stam morfeem maar waaraan een suffix is toegevoegd. Hoewel die woorden hetzelfde stam morfeem hebben kan het probleem zich voordoen dat die woorden niet in de zelfde mate bij taalgebruikers beschikbaar zijn. Eén woord van een paar kan vaak in de taal gebruikt worden waardoor het een grote vertrouwdheid heeft bij

taalgebruikers, het andere woord van het paar kan in geringe mate bij taalgebruikers bekend zijn, bijvoorbeeld omdat het maar weinig gebruikt wordt. Er zijn aanwijzingen dat dergelijke verschillen in beschikbaarheid van woorden van invloed zijn op de kans op herkenning van die woorden (Gernsbacher, 1984). In het uit te voeren experiment willen we daarom woorden ter herkenning aanbieden die alle in ongeveer gelijke mate bij taalgebruikers beschikbaar zijn. Voordat we woorden selecteren om in dit experiment aan te bieden zullen eerst de beschikbaarheden vastgesteld worden van alle woorden die in dit experiment opgenomen zouden kunnen worden.

In het vervolg van dit hoofdstuk zal eerst besproken worden hoe de woorden voor dit experiment zijn verzameld en hoe de beschikbaarheden van deze woorden in een lexicale decisietaak zijn gemeten. Vervolgens zal het woordherkenningsexperiment waarin gelede woorden ter herkenning zijn aangeboden besproken worden.

3.2 Methode

3.2.1 Stimulusvormen

In dit woordherkenningsexperiment worden vier typen Nederlandse woorden ter herkenning aangeboden. De vier typen woorden zijn: éénlettergrepige stammorfemen (S), dezelfde stammorfemen gecombineerd met prefixen (FS), dezelfde stammorfemen gecombineerd met suffixen (SF) en dezelfde stammorfemen gecombineerd met zowel een pre- als een suffix (FSF). Een groep van vier woorden met hetzelfde stammorfeem maar van verschillend type wordt een kwartet genoemd. Er zijn slechts kwartetten gevormd met woorden waarbij het lexicale accent op het stammorfeem valt. Dit stelt ons in staat woorden van verschillend type ter herkenning aan te bieden die qua stammorfeem zoveel mogelijk fysisch identiek zijn. Als in de woordherkenningstaak verschillen in herkenbaarheid gevonden worden tussen woorden van verschillend type maar met hetzelfde stammorfeem dan kunnen deze verschillen in herkenbaarheid niet toegeschreven worden aan verschillen in waarneembaarheid van de stammorfemen van die woorden. Enige voorbeelden van deze kwartetten worden in tabel 3.1 gegeven.

In dit experiment werden naast de woorden uit de kwartetten ook vullers aangeboden. Deze vullers zullen in 3.2.5 besproken worden.

3.2.2 Verzamelen van woorden voor de kwartetten

In eerste instantie werd in een geautomatiseerde versie van een woordenboek (Kruyskamp, 1961) gezocht naar CVC-woorden die stammorfemen zijn en naar woorden die daar afleidingen van zijn. Met de gevonden woorden bleken echter te weinig complete kwartetten te vormen. Dit werd mede veroorzaakt door de beperking dat de klemtoon bij de woorden op het stammorfeem moest vallen.

Tabel 3.1: *Enige voorbeelden van kwartetten zoals gebruikt in dit woordherkenningsexperiment. Een kwartet bestaat uit vier woorden van verschillend type.*

	Woordtype		
S:	stammorfeem	wijs	diep
FS:	prefix + stammorfeem	onwijs	ondiep
SF:	stammorfeem + suffix	wijsheid	diepte
FSF:	prefix + stammorfeem + suffix	onwijsheid	ondiepte

Daarom is besloten ook langere éénlettergrepige stammorfemen toe te laten om kwartetten mee te vormen. Deze langere stammorfemen beginnen of eindigen met twee consonanten en zijn dus van de vorm (C)CVC(C). Stammorfemen met grotere consonantclusters zijn niet toegelaten omdat dan de kans groot wordt dat in de kwartetten woorden voorkomen die te herkennen zijn voordat zij in hun geheel geklonken hebben. Ook verbuigingen worden nu toegelaten. Uiteindelijk bleek het mogelijk 58 kwartetten samen te stellen. Bij sommige kwartetten waren er van een bepaald type woord twee acceptabele kandidaten gevonden. Het totaal van de gevonden woorden is daarom groter dan $58 \times 4 = 232$, namelijk 245. Bij de woorden van het type S was 11% in het geheel niet op te vatten als een zelfstandig naamwoord, bij woorden van het type FS was dit 37%, bij woorden van het type SF was dit 31% en bij woorden van het type FSF was 28% niet op te vatten als een zelfstandig naamwoord.

3.2.3 Selecteren van woorden met een hoge beschikbaarheid

Om in het woordherkenningsexperiment de herkenbaarheid van woorden van verschillend type met elkaar te kunnen vergelijken willen we woorden ter herkenning aanbieden die in ongeveer gelijke mate bij proefpersonen beschikbaar zijn. Vaak wordt de beschikbaarheid van een woord gerelateerd aan de frequentie waarmee het in een bepaald corpus voorkomt (Gernsbacher, 1984). Er wordt dan verondersteld dat woorden die bij veel taalgebruikers een hoge beschikbaarheid hebben vaak door hen gebruikt worden. Een dergelijke telling is voor het Nederlands beschikbaar: die van Uit den Boogaart (1975). Het is dus mogelijk de gebruiksfrequentie van een woord te gebruiken als maat van de beschikbaarheid ervan.

Een bezwaar is echter dat de gemeten gebruiksfrequentie van een woord in sterke mate afhangt van het gekozen corpus. Er kunnen bijvoorbeeld aanzienlijke verschillen bestaan tussen de gebruiksfrequentie van een woord vastgesteld bij verbaal en schriftelijk materiaal. Ook is het mogelijk dat de keuze van het corpus niet resulteert in een zuivere afspiegeling van het taalgebruik. Zo kan het gebeuren dat woorden die goed gekend worden en volgens taalgebruikers vaak voorkomen door toevallige omstandigheden met een lage frequentie of helemaal

niet in het corpus vertegenwoordigd zijn. Een andersoortig bezwaar is dat niet uitgesloten kan worden dat woorden van verschillende woordklassen maar met dezelfde gebruiksfrequentie toch geheel verschillende beschikbaarheden hebben.

De beschikbaarheid van woorden kan ook op een andere manier vastgesteld worden. Aangetoond is dat woorden die in hoge mate bij taalgebruikers beschikbaar zijn sneller in een lexicale decisietaak gecategoriseerd worden dan woorden die in geringe mate beschikbaar zijn (Gernsbacher, 1984). We zullen daarom de woorden van de 58 kwartetten in een lexicale decisietaak aanbieden. Die woorden kunnen dan in de woord-herkenningstaak aangeboden worden waarbij korte reactietijden zijn gemeten en die door alle proefpersonen als woord gecategoriseerd zijn. Afhankelijk van de verzamelde reactietijden en responsies kan hiervan afgeweken worden en een meer pragmatische benadering gevolgd worden. Om praktische redenen is besloten de woorden visueel in de lexicale decisietaak aan te bieden. Er wordt verondersteld dat de beschikbaarheid van woorden gemeten in een visuele lexicale decisietaak gelijk is aan de beschikbaarheid gemeten in een auditieve lexicale decisietaak. Van deze lexicale decisietaak zal nu verslag gedaan worden.

3.2.3.1 Methode lexicale decisietaak

In de lexicale decisietaak zijn, op een quasi-toevallige volgorde, woorden en niet-woorden visueel aangeboden. De taak van de proefpersonen is zo snel mogelijk te beslissen, en met een responsie kenbaar te maken, of een aangeboden stimulus een woord of een niet-woord is. Deze responsies zijn geregistreerd en de bijbehorende reactietijden, de tijden die de proefpersonen nodig hadden om een responsie te geven, gemeten.

Stimuli lexicale decisietaak Uitgangspunt bij het aanleggen van de verzameling stimuli was dat woorden en niet-woorden in ongeveer gelijke aantallen in het materiaal vertegenwoordigd zouden zijn. In de lexicale decisietaak zijn 274 woorden en 261 niet-woorden als stimuli aangeboden.

De woorden die in de lexicale decisietaak gepresenteerd werden waren: de 245 woorden afkomstig van 58 kwartetten en 29 andere woorden, alle stammorfemen en van de vorm (C)CVC(C). Deze laatste hebben tevens als basis gediend hebben voor het maken van niet-woorden.

Niet-woorden zijn gemaakt door aan bestaande woorden affixen toe te voegen zodat niet-woorden ontstonden. Dit leverde 87 niet-woorden op, 29 met een prefix, 29 met een suffix en 29 met zowel een prefix als een suffix. Ook waren er niet-woorden die een niet-woord van de vorm (C)CVC(C) als stammorfeem hadden en waarvan het stammorfeem voldeed aan fonotactische regels. Dit waren 29 niet-woorden zonder toevoegsels, 29 met een prefix, 29 met een suffix en 29 met zowel een pre- als een suffix. Om de aantallen woorden en niet-woorden in het stimulusmateriaal ongeveer in evenwicht te houden werden nog eens 58 niet-woorden van de vorm (C)CVC(C) in de lexicale decisietaak opgenomen.

Proefpersonen, materiaal en procedure Aan de lexicale decisietaak namen 20 proefpersonen deel. Zij waren allen geworven op het instituut.

Dit experiment werd gestuurd door een Apple II⁺ microcomputer. Er konden maximaal vier proefpersonen tegelijk aan deelnemen. Stimuli werden op videoschermen in hoofdletters aan iedere proefpersoon afzonderlijk gepresenteerd. De afstand tot het scherm was ongeveer 60 cm, de hoogte van de letter was 0.5 cm. De stimuli waren net zolang zichtbaar totdat alle proefpersonen een responsie hadden gegeven. Voorafgaand aan de stimulus was als fixatiepunt een sterretje gedurende 750 ms zichtbaar. Met het verschijnen van dit sterretje werd, om de proefpersonen te attenderen op de komst van de volgende stimulus, ook een kort toontje hoorbaar gemaakt. Responsies konden gegeven worden door één van twee knoppen in te drukken: één was er gemerkt met 'ja' de ander met 'nee'. Eén knop mocht maar met één hand bediend worden. De labels van de knoppen konden door de proefleider worden verwisseld.

Proefpersonen kregen eerst een schriftelijke instructie te lezen. In deze instructie werd gevraagd zo snel mogelijk te beslissen of een aangeboden letterreeks een bestaand Nederlands woord was. Indien dit het geval was moest de proefpersoon de knop gemerkt met 'ja' indrukken, anders moest de knop gemerkt met 'nee' worden ingedrukt. Daarna startte het experiment. Na het categoriseren van 134 stimuli was er een pauze, totaal waren er drie pauzes. Deze pauzes duurden enige minuten. Tien proefpersonen hadden de knop gemerkt met 'ja' aan de linker en de knop gemerkt met 'nee' aan de rechter hand. Negen proefpersonen waren rechtshandig, één was er linkshandig. De overige proefpersonen hadden de knoppen andersom. Ook hier waren negen proefpersonen rechtshandig en was er één linkshandig. Bij elke afname van het experiment zijn de stimuli opnieuw gerandomiseerd.

3.2.3.2 Resultaten en discussie lexicale decisietaak

Er is voor gekozen de mate waarin woorden bij taalgebruikers beschikbaar zijn te meten in een lexicale decisietaak. De snelheid waarmee woorden als woord geclassificeerd worden en de accuraatheid waarmee dit gebeurt kunnen als maat gebruikt worden voor de beschikbaarheid van de betreffende woorden. Korte reactietijden wijzen op woorden met hoge beschikbaarheden. Langere reactietijden geven aan dat woorden in geringe mate beschikbaar zijn.

Na afloop van het experiment waren van alle stimuli 20 responsies en reactietijdmetingen beschikbaar. Zeer lange reactietijden, langer dan het gemiddelde van alle reactietijden plus drie standaarddeviaties, werden vervangen door dat gemiddelde plus drie standaarddeviaties (zie ook Taft & Forster, 1976; Foss & Blank, 1980). Gemiddelde reactietijden zijn berekend over de reactietijden die horen bij de correcte responsies: 'ja'-responsies bij de woorden en 'nee'-responsies bij de niet-woorden. Als in het vervolg over reactietijden gesproken wordt, worden deze gemiddelde reactietijden bedoeld.

De resultaten van de lexicale decisietaak zullen in vier delen besproken wor-

den. Achtereenvolgens zal ingegaan worden op de verschillen in reactietijden tussen woorden en niet-woorden, het verband tussen reactietijden en de accuraatheid van de responsies bij woorden, de relatie tussen reactietijden en woordlengte en tot slot de selectie van de woorden voor de woord-herkenningstaak.

Reactietijden van woorden en niet-woorden Uit de lexicale decisietaak zijn reactietijden beschikbaar gekomen van woorden en niet-woorden. In een veelheid van taken is gebleken dat bij negatieve antwoorden langere reactietijden gemeten worden dan bij bevestigende responsies (Treisman, 1970; Krueger, 1973). Ook is gebleken dat niet-woorden, althans fonologisch toelaatbare (Rubenstein, Lewis & Rubenstein, 1971), minder snel als niet-woord geclassificeerd worden dan woorden als woord geclassificeerd worden.

Voor de reactietijden die gemeten zijn in de lexicale decisietaak betekent dit dat verwacht mag worden dat kortere reactietijden gemeten worden als woorden aangeboden worden dan als fonologisch toelaatbare niet-woorden worden gepresenteerd. Dit zal voor de reactietijden die in de lexicale decisietaak gemeten zijn worden onderzocht.

Om te onderzoeken of de reactietijden gemeten bij niet-woorden verschillen van die gemeten bij woorden zijn de 535 aangeboden letterreeksen verdeeld in woorden en niet-woorden. Vervolgens zijn de gemiddelde reactietijden uitgerekend voor de letterreeksen die niet-woorden waren en voor de letterreeksen die woorden waren. De gemiddelde reactietijd bij niet-woorden was 753 ms, bij woorden was dat 683 ms. In een t-test bleek dit verschil significant te zijn ($t = -8.77$, $df = 533$, $p < .001$). Dit betekent dat het verschil tussen reactietijden zoals die gemeten zijn bij niet-woorden en woorden overeenkomt met hetgeen verwacht mocht worden.

Verband tussen aantal correcte responsies en reactietijden bij woorden Woorden die in hoge mate beschikbaar zijn zullen korte reactietijden te zien geven en zullen door alle proefpersonen als woord geclassificeerd worden. Naarmate woorden minder beschikbaar zijn zullen de gemeten reactietijden langer worden en zal het vaker voorkomen dat woorden als niet-woorden geclassificeerd worden (vgl. Bouwhuis, 1979). Voor de woorden die in de lexicale decisietaak zijn aangeboden verwachten we daarom dat er een verband bestaat tussen de gemeten reactietijden en het aantal correcte responsies. Dit zal voor de woorden uit de 58 kwartetten worden nagegaan.

Daartoe zijn de woorden ingedeeld in een aantal klassen. In een klasse werden al die woorden opgenomen die door een bepaald aantal proefpersonen als woord gecategoriseerd waren. Daarna is voor elke klasse berekend wat de gemiddelde reactietijd was van de woorden binnen die klasse. Het resultaat van deze classificatie en van deze berekeningen wordt gegeven in tabel 3.2.

Er blijkt een negatief verband te bestaan tussen het aantal correcte responsies en de gemiddelde reactietijden. Naarmate een woord door meer proefpersonen correct als woord gecategoriseerd wordt, worden kortere reactietijden gemeten.

Tabel 3.2: *De relatie tussen het aantal correcte responsies ('woord'-responsies) en reactietijden gemeten bij de 245 woorden uit de kwartetten. De tabel is tot stand gekomen door reactietijden, die gemeten zijn bij woorden waarbij hetzelfde aantal correcte responsies werd gegeven, te middelen. Het aantal woorden waarover gemiddeld is varieerde en staat tussen haakjes achter de reactietijden. Van elk woord waren 20 metingen beschikbaar.*

Aantal 'woord'-responsies	Reactietijd in ms
<15	794 (4)
15	780 (7)
16	732 (5)
17	761 (7)
18	728 (23)
19	688 (69)
20	648 (130)

Berekend over de 245 woorden blijkt de Pearson correlatiecoëfficiënt tussen het aantal correcte responsies en de gemeten reactietijden -0.44 te zijn ($p < .001$). Dit kan opgevat worden als een aanwijzing dat zowel het aantal correcte classificaties als de gemeten reactietijden ons informatie verschaffen over de beschikbaarheid van de woorden die in de lexicale decisietaak zijn aangeboden.

Relatie tussen woordlengte en reactietijden Er bestaan aanzienlijke verschillen in lengte tussen de woorden die in de lexicale decisietaak ter beoordeling aangeboden zijn. Deze verschillen in lengte hangen samen met het aantal affixen dat aan een stam morfeem toegevoegd is om ieder woord te maken. Het is mogelijk dat de lengte van een woord van invloed is op de snelheid waarmee het gecategoriseerd wordt (Atkinson & Juola, 1973). Hierdoor hoeven verschillen in gemeten reactietijden bij woorden van verschillende lengte niet verschillen in beschikbaarheid te betekenen. Als dit verband tussen woordlengte en reactietijden bestaat dan zal dit gevolgen moeten hebben voor de wijze waarop woorden voor de woord-herkenningstaak geselecteerd worden. Of een verband tussen woordlengte en reactietijden bestaat zal nu onderzocht worden.

De lengte van elk woord uit de 58 kwartetten wordt voornamelijk bepaald door het type. Woorden van hetzelfde type zijn ongeveer van gelijke lengte. Daarom zijn de gemiddelde reactietijden per woordtype uitgerekend. Deze gemiddelde reactietijden staan in tabel 3.3 vermeld.

De factor woordlengte, waarvan de verschillende niveaus corresponderen met de verschillende typen woorden, bleek in een éénwegvariantieanalyse significant te zijn ($F=28.6$, $df=3,241$, $p < .001$). In een Student-Newman-Keuls procedure bleken alle verschillen tussen de reactietijden gemeten bij verschillende woord-

Tabel 3.3: *Het verband tussen woordlengte en reactietijden gemeten in de lexicale decisietaak bij de woorden uit de kwartetten. Woordlengte correspondeert met de vier woordtypen. Per woordtype wordt de gemiddelde reactietijd in ms gegeven. Achter de reactietijden staat tussen haakjes het aantal woorden waarover gemiddeld is. Van elk woord waren 20 metingen beschikbaar.*

Woordtype	Reactietijd in ms
S	632 (59)
FS	664 (63)
SF	673 (59)
FSF	739 (64)

typen significant ($p < .05$) behalve die tussen woordtypen FS en SF. Dat er geen verschil bestaat tussen de reactietijden gemeten bij woorden van het type FS en SF is niet verwonderlijk omdat die typen woorden ongeveer even lang zijn. Geconcludeerd wordt dat woordlengte van invloed is op de reactietijden die in de lexicale decisietaak zijn gemeten. Dit heeft consequenties voor de wijze waarop woorden voor de woord-herkenningstaak geselecteerd zullen worden.

Uiteindelijke selectie van woorden voor het woordherkenningsexperiment Voor het woordherkenningsexperiment willen we woorden selecteren die in ongeveer gelijke mate bij taalgebruikers beschikbaar zijn. Om de beschikbaarheid te meten is besloten de woorden in een lexicale decisietaak aan te bieden. In het voorgaande is gebleken dat de reactietijden van woorden van verschillend type niet met elkaar vergeleken kunnen worden om uitspraken te doen over de relatieve beschikbaarheden van die woorden. Slechts voor woorden van hetzelfde type is dit mogelijk. Omdat het vaak voor is gekomen dat proefpersonen woorden als niet-woorden categoriseerden (zie tabel 3.2) is het aanvankelijk vastgestelde criterium, alleen die woorden tot de woord-herkenningstaak toe te laten die door alle proefpersonen correct waren ingedeeld, versoepeld. Het gevonden verband tussen de snelheid waarmee een woord gecategoriseerd wordt en het aantal proefpersonen dat het als een woord classificeert ondersteunt deze handelwijze.

Deze overwegingen brachten ons ertoe twee voorwaarden te stellen aan de woorden die toegelaten worden tot het woordherkenningsexperiment. De eerste voorwaarde was dat woorden door voldoende proefpersonen, ten minste door 90% van de proefpersonen, als woord geclassificeerd zijn. De tweede voorwaarde was dat slechts die woorden toegelaten werden waarbij korte reactietijden zijn gemeten en waarvan de reactietijden niet al teveel uiteen liepen. In tabel 3.4 wordt voor woorden van verschillende typen een frequentieverdeling van de gemeten reactietijden gegeven. Besloten is die woorden toe te laten waarbij reactietijden

Tabel 3.4: *Verdeling over reactietijdklassen van de gemeten reactietijden voor woorden van verschillend type. Elke reactietijdklasse had een breedte van 50 ms. De geclassificeerde reactietijden zijn de gemiddelde reactietijden van de correcte responsies. Elk woord is aan 20 proefpersonen aangeboden. Voor elk woordtype is het aantal woorden in de reactietijdklasse waarin ook de gemiddelde reactietijd van dat type woord valt omkaderd.*

RT-interval (ms)	Woordtype			
	S	FS	SF	FSF
550 — 599	18	11	8	
600 — 649	24	15	16	10
650 — 699	12	22	17	12
700 — 749	4	9	11	19
750 — 799		5	5	12
800 — 849	1			3
850 — 899		1	2	5
900 — 949				2
950 — 999				
1000 — 1049				
1050 — 1099				1

gemeten zijn die niet groter zijn dan de gemiddelde reactietijd van alle woorden van hetzelfde type vermeerderd met 50 ms. Feitelijk betekende dit dat woorden met relatief lange reactietijden uitgesloten werden. Een strenger criterium liet te weinig woorden toe om volledige kwartetten mee te vormen. Uiteindelijk was het mogelijk 26 kwartetten met de toegelaten woorden te vormen. Onder de toegelaten woorden bevonden zich 99 afleidingen en vijf verbuigingen (twee verbuigingen van het type SF en drie van het type FSF). Deze kwartetten worden met de bijbehorende reactietijden en aantallen correcte responsies in tabel 3.5 gegeven. Voor een aantal kwartetten geldt dat de affixen van de woorden van type FS en SF dezelfde zijn als de affixen in het woord van type FSF.

3.2.4 In het materiaal opgenomen affixen

In de 26 tot de woord-herkenningstaak toegelaten kwartetten komen verschillende affixen voor. Van deze affixen zijn sommige met zeer veel stammorfemen te combineren en andere met maar weinig. Om een indruk te krijgen van de mate waarin de affixen lexicaal informatief zijn is voor elke van deze affixen nagegaan hoe vaak het in combinatie met een stammorfeem van de vorm (C)CVC(C) in het woordenboek (Kruyskamp, 1961) voorkomt. Dit is ook gedaan voor de affixcombinaties zoals die voorkomen bij woorden van het type FSF. Dit aantal, A, is getransformeerd naar een maat voor de informatie R door toepassing van

Tabel 3.5: Voor de woord-herkenningstaak geselecteerde kwartetten waarvan alle woorden voldoen aan de gestelde voorwaarden (zie de tekst). Ook wordt voor elk woord gegeven hoeveel proefpersonen het als woord classificeerden (G) en wordt de gemiddelde reactietijd (RT) in ms van de correcte responsies vermeld. Elk woord is in de lexicale decisietaak aan 20 proefpersonen aangeboden.

Woordtype:		FS		SF		FSF	
S	G RT		G RT		G RT		G RT
wijs	20 677	onwijs	19 672	wijsheid	20 673	bewijsbaar	19 690
lang	20 559	belang	18 620	langzaam	20 583	verlangen	19 645
hoog	19 584	omhoog	19 651	hoogte	20 575	verhoging	20 628
vloek	20 578	gevloek	19 672	vloekend	20 697	vervloeking	20 712
laat	20 574	gelaat	19 701	later	20 610	verlaten	20 636
veel	20 598	teveel	20 610	veelheid	19 658	verveling	19 734
spot	20 637	gespot	20 705	spotter	19 689	bespotting	18 715
loop	20 589	verloop	20 668	loper	20 594	ontlopen	19 715
knoei	19 664	geknoei	19 650	knoeier	20 673	verknoeien	20 686
haal	20 701	verhaal	20 607	haalbaar	20 632	herhaling	19 625
hit	19 615	verhit	20 675	hitte	20 591	verhitting	20 643
stuur	20 621	bestuur	20 659	stuurloos	20 635	bestuurbaar	19 642
zwaar	19 608	bezwaar	20 634	zwaarte	19 593	bezwaarlijk	20 781
heer	19 619	beheer	20 626	heerlijk	20 632	beheerder	20 717
zien	19 649	voorzien	20 581	ziener	19 614	herziening	19 627
zin	19 646	gezin	20 596	zinnig	19 635	onzinnig	20 660
mis	20 608	gemis	20 616	misbaar	18 678	onmisbaar	20 672
zicht	20 628	gezicht	18 600	zichtbaar	20 630	onzichtbaar	20 712
juist	20 589	onjuist	19 592	juistheid	20 586	onjuistheid	20 775
stel	20 618	bestel	20 616	stelling	20 641	bestelling	20 634
diep	20 602	ondiep	20 624	diepte	20 553	ondiepte	20 644
kuis	18 664	onkuis	20 714	kuisheid	20 620	onkuisheid	19 710
zit	20 596	bezit	20 572	zitting	20 653	bezitting	20 680
huur	20 638	verhuur	20 608	huurder	19 607	verhuurder	20 639
scherp	20 579	onscherp	20 664	scherpte	19 610	onscherpte	19 782
klaar	20 551	onklaar	19 663	klaarheid	19 720	verklaring	18 693

de formule: $R = 1/(1+\log A)$. Naarmate R voor een affix groter is betekent dit dat het affix meer informatie bevat over het woord waarvan het deel uitmaakt. Om te zien hoe informatief de structuur (C)CVC(C) is, zonder enige toevoeging, is het aantal woorden in het woordenboek met die structuur geteld. Dit aantal werd weer gebruikt om R mee te berekenen. In tabel 3.6 worden A en R voor de structuur (C)CVC(C), prefixen, suffixen en prefix-suffixcombinaties gegeven.

Tabel 3.6: *Voor de affixen en affixcombinaties die deel uit maken van de woorden uit de kwartetten de aantallen stammorfemen van de vorm (C)CVC(C) waarmee zij in het woordenboek voorkomen. Dit aantal, A, is gebruikt om de informatiemaat R mee te berekenen (zie 3.2.4 voor een verdere uitleg). In de tabel wordt R ook gegeven. Om voor de woorden van type S ook R te kunnen berekenen zijn in het woordenboek alle woorden van de vorm (C)CVC(C), zonder enige toevoeging, geteld. Dit aantal, A, is gebruikt om R mee te berekenen.*

(C)CVC(C)		Prefix		Suffix		Prefix-suffix-combinatie	
A	R	A	R	A	R	A	R
3555	.22	ge-	1271 .24	-er	1011 .25	ver-en	441 .27
		ver-	412 .28	-te	636 .26	ver-ing	217 .30
		be-	339 .28	-ig	406 .28	ont-en	167 .31
		on-	177 .31	-ing	295 .28	be-ing	145 .32
		om-	33 .40	-heid	228 .30	on-baar	78 .35
		voor-	18 .44	-end	116 .33	be-der	45 .38
		te-	18 .44	-der	98 .33	on-te	42 .38
				-baar	81 .34	be-baar	36 .39
				-loos	75 .35	her-ing	35 .39
				-lijk	28 .41	on-ig	27 .41
				-zaam	21 .43	ver-der	26 .41
						on-heid	20 .43
						be-lijk	10 .50

Uit tabel 3.6 blijkt dat er aanzienlijke variaties bestaan in de mate waarin affixen en affixcombinaties lexicaal informatief zijn. Bij het verwerken van de resultaten zal nagegaan worden wat het effect hiervan op de herkenning is.

3.2.5 Vullers in het materiaal

Als proefpersonen in een woordherkenningsexperiment alleen gelede woorden ter herkenning aangeboden krijgen bestaat de mogelijkheid dat zij zich op den duur in hun responsies gaan beperken of dat dit anderszins een onbedoelde invloed heeft op hun responsies. Met name kan de klemtoonpositie, die bij de geselecteerde woorden steeds op het stammorfeem valt, een aanwijzing zijn die

proefpersonen in het genereren van hun responsies beïnvloedt (Rubin, Becker & Freeman, 1979). Om deze mogelijkerwijs storende invloeden te voorkomen zijn in dit experiment 156 monomorfematische woorden als vullers opgenomen. Dit waren 26 een-, 52 twee- en 78 drielettergrepige woorden. De 52 tweelettergrepige woorden waren zo gekozen dat bij 26 de klemtoon op de eerste en bij de overige 26 de klemtoon op de tweede lettergreep viel. De 78 drielettergrepige woorden waren zo gekozen dat bij 26 de klemtoon op de eerste, bij 26 op de tweede en bij de overige 26 de klemtoon op de laatste lettergreep viel. Door de wisselende klemtoonposities van de vullers kan in de woord-herkenningstaak klemtoonpositie geen aanwijzing meer zijn voor de woordsoort van een aangeboden woord.

3.2.6 Stimuli van de woord-herkenningstaak

De herkenbaarheid van woorden met en zonder affixen kan alleen zinvol vergeleken worden als er verwarringen op treden. De waarneembaarheid van toegevoegde affixen moet echter zo groot mogelijk zijn opdat de lexicaal relevante informatie van de affixen een zo groot mogelijke invloed kan hebben op de herkenning. Ook is het gewenst dat stimuli met hetzelfde stammorfeem, maar van verschillend type, wat betreft de akoestische informatie van dat stammorfeem maximaal vergelijkbaar zijn.

Aan deze verlangens is tegemoet gekomen door de stimuli te maken van difonen uit een op het IPO beschikbare Nederlandse difonenverzameling (Elsendoorn & 't Hart, 1982; Elsendoorn, 1984). Difonen zijn korte stukjes spraak met daarin de overgang van een foneem naar een volgend foneem. Zij zijn, behalve voor de schwa¹, gesegmenteerd uit beklemtoonde delen van eerder uitgesproken woorden of onzinwoorden. De gebruikte difonen zijn per 10 ms gecodeerd in een dertiental parameters: vijf formantfrequenties, vijf bijbehorende bandbreedten, de amplitude, een stemhebbend-stemloos indicatie en voor de stemhebbende delen de frequentie van de grondtoon (Vogten, 1983). De van difonen gemaakte woorden werden vervolgens voorzien van een kunstmatig toonhoogteverloop. Dit toonhoogteverloop werd aangebracht volgens de regels van de Nederlandse intonatiegrammatica (Hart, 't & Collier, 1975). Dit hield in dat de woorden werden voorzien van een geleidelijk dalend toonhoogteverloop (declinatie) en dat er een accentverlenende stijging en daling met een excursie van zes semitonen, een zogenaamde punthoed, op de klinker van de te beklemtonen syllabe geplaatst werd. In figuur 3.1 wordt ondermeer het toonhoogteverloop van een woord afgebeeld, zoals het in het experiment werd aangeboden.

Ten slotte werd de verstaanbaarheid van de woorden verminderd door de stammorfemen van de woorden te bewerken. Deze bewerking hield in dat sommige formanten en bandbreedten over een groter of kleiner bereik van de tijd gemiddeld werden. Met andere woorden, voor het bedoelde spraakfragment werden nieuwe resyntheseparameters berekend volgens de methode van het lopende gemiddelde. Hierdoor werd het overeenkomstige stuk spraak in meer of mindere

¹Een schwa is een neutrale nietgeaccentueerde klinker zoals in het lidwoord 'de'.

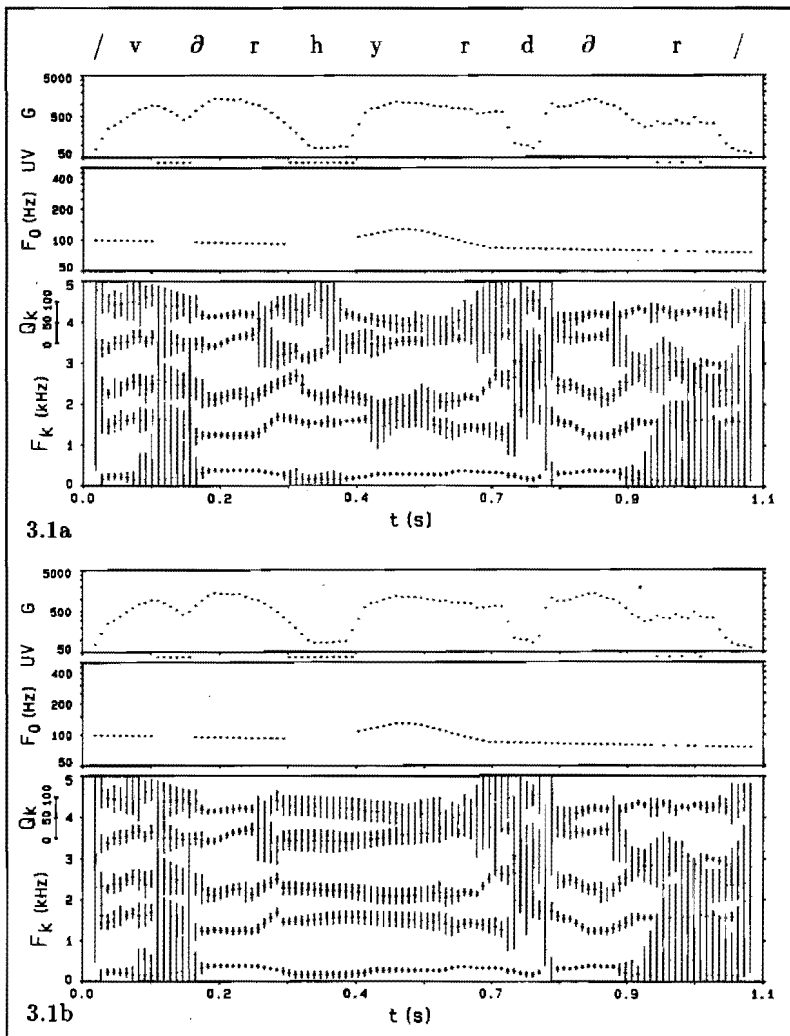
mate verminkt en minder goed verstaanbaar. In figuur 3.1 worden de waarden van de syntheseparameters van het stimuluswoord VERHUURDER afgebeeld. Figuur 3.1a laat dit zien voordat de bewerking toegepast is om de verstaanbaarheid van het woord te verminderen. Figuur 3.1b laat dit zien nadat de verstaanbaarheid verminderd is. Welke formanten en bandbreedten door de bewerking werden aangetast, en over welk bereik gemiddeld werd, is per stammorfeem geschat. Bij de instelling van de mate van vermindering is naar een herkenningkans van 25% van de stammorfemen, zonder toevoeging van affixen, gestreefd. De stammorfemen in de woorden van een kwartet werden steeds op precies dezelfde wijze slecht verstaanbaar gemaakt.

Ook de vullers waren opgebouwd uit difonen en op dezelfde wijze als de woorden uit de kwartetten van een kunstmatig toonhoogtecontour voorzien. Zij waren in hun geheel slecht verstaanbaar gemaakt door er steeds dezelfde bewerking op toe te passen.

3.2.7 Stimulusbanden

Vier stimulusbanden A, B, C en D zijn aangemaakt. De stimuli zijn zo op de stimulusbanden opgenomen dat de woorden van één kwartet steeds op een andere volgorde op elke band voorkwamen. En wel zo dat elk woord van elk kwartet één keer als eerste van een kwartet, één keer als tweede, één keer als derde en één keer als vierde van een kwartet op één van de stimulusbanden voorkwam. Om dit te bereiken werden stimuli en vullers over vier blokken verdeeld. De woorden uit de kwartetten werden over de blokken verdeeld zodat elk stammorfeem in elk blok in een andere woordtype één keer voorkwam. Bij het verdelen van de vullers over de vier blokken werd zorg gedragen voor een evenwichtige verdeling in termen van klemtoonposities en aantallen lettergrepen. De verdeling van de stimuli en de vullers over de vier blokken werd verder op een quasi-toevallige wijze bepaald. Door de blokken volgens een latijns vierkant op te nemen op vier geluidsbanden werd de gewenste verdeling van stimuli over de banden bereikt. Om proefpersonen aan de kunstmatige spraak, aan de matige verstaanbaarheid van de aangeboden woorden en aan de experimentele situatie te laten wennen werden de vier blokken op elke stimulusband voorafgegaan door 30 andere vullers. Dit waren zowel gelede als ongelede woorden, de stammorfemen van deze woorden kwamen niet voor in het overige materiaal.

Stimuli werden op de stimulusbanden door een stilte van 5 s van elkaar gescheiden. Zes stimuli werden steeds afgewisseld door een kort durende toon. De geluidsbanden waren opgenomen en werden later in het experiment afgespeeld op een Revox A77 recorder. Bij het opnemen van de stimuli op de geluidsbanden en later bij het afspelen ervan werd gebruik gemaakt van een DBX 117 ruisonderdrukker.



Figuur 3.1: Een grafische voorstelling van de syntheseparameters van een uit difonen opgebouwde versie van het woord VERHUURDER voordat het stammorfeem HUUR slecht verstaanbaar gemaakt is (3.1a) en nadat het stammorfeem slecht verstaanbaar gemaakt is (3.1b). Het stammorfeem is slecht verstaanbaar gemaakt door nieuwe waarden voor de formantfrequenties en bandbreedten te berekenen volgens de methode van het lopend gemiddelde. Horizontaal staat de tijd uitgezet. Het eerste deel van de verticale as is voor de formantfrequenties en bandbreedten, daarna volgt het deel voor het verloop van de grondtoon (F_0) voor de stemhebbende spraakgedeelten, daarboven staan de stemloze spraakgedeelten aangegeven (UV) en tenslotte bovenaan een deel waartegen de relatieve amplitude van het signaal is uitgezet (G).

3.2.8 Procedure en proefpersonen

Aan dit experiment namen 48 proefpersonen deel. Voorwaarde voor deelname aan dit experiment was een onbeschadigd en normaal werkend gehoor. De proefpersonen waren geworven aan de Technische Hogeschool Eindhoven. Proefpersonen kregen een vergoeding voor hun deelname aan dit experiment. Zij kregen in een IAC geluidsarme kabine over een koptelefoon, een Sennheiser type HD 424, de stimulusbanden te horen. Responsies konden schriftelijk op een geprepareerd antwoordformulier gegeven worden. Aan proefpersonen werd in de instructie meegedeeld dat alleen bestaande Nederlandse woorden ter herkenning aangeboden zouden worden. Ook werd hen meegedeeld dat herkenning soms moeilijk zou kunnen zijn maar dat het ook in die gevallen belangrijk was een responsie te geven. Elke proefpersoon kreeg de stimuli van één van de vier stimulusbanden aangeboden. Twaalf proefpersonen kregen band A, twaalf band B, twaalf band C en twaalf band D te horen. De luistertaak duurde ongeveer 40 minuten.

3.3 Resultaten

Dit experiment leverde 4992 schriftelijke responsies op. Deze responsies werden gegeven op de 104 woorden uit de 26 kwartetten. Responsies werden verwerkt door te scoren naar het aantal correcte herkenningen. Niet alle responsies waren bestaande woorden, in 2% van de gevallen werd er in het geheel geen responsie gegeven of werd een onzinwoord gerespondeerd.

De woorden die in dit experiment ter herkenning aangeboden werden, zijn slecht verstaanbaar gemaakt door de spraakklanken die betrekking hadden op de stammorfemen, te verminken. De toegevoegde affixen zijn niet verminkt opdat de lexicaal relevante informatie die zij bij zich dragen zo veel mogelijk in het herkenningsproces gebruikt kon worden. Het was dus van belang dat de aan stammorfemen toegevoegde affixen zo vaak mogelijk correct werden waargenomen. In hoeverre dit gelukt is in dit experiment, kan onderzocht worden door na te gaan hoe vaak de affixen correct zijn waargenomen. De affixen van woorden van type FS, SF en FSF zijn steeds in 80% van alle responsies bij elk woordtype correct gerespondeerd. Bij woorden van type FSF kan nog onderscheid gemaakt worden tussen de waarneembaarheden van de prefixen en suffixen, prefixen werden bij dat type woorden in 82% van de responsies goed gerespondeerd, suffixen in 95%. Dit betekent dat de affixen over het algemeen goed zijn gerespondeerd.

Omdat er slechts vijf verbuigingen op een totaal van 104 woorden in de kwartetten voorkomen is in de analyses geen onderscheid gemaakt tussen affixen die een afleiding en affixen die een verbuiging opleveren. Voor de te bespreken analyses zijn steeds de proporties correcte herkenningen gebruikt. Een andere mogelijkheid zou de toename van herkenbaarheid ten opzichte van die van het stammorfeem, zonder affixen, zijn geweest. Voor de wijze van analyse en de resultaten maakte dit echter geen verschil. Dit is niet verwonderlijk omdat de affixen bijna altijd goed waargenomen worden. Om redenen van eenvoud is

daarom besloten te werken met de genoemde proporties.

Het doel van dit experiment is te onderzoeken of woorden met een prefix in het algemeen beter herkend worden dan woorden met een suffix. Om deze vraag op basis van de verzamelde responsies te kunnen beantwoorden moeten de data echter eerst op een aantal andere aspecten onderzocht worden. Eerst zal onderzocht worden of onderscheid gemaakt moet worden tussen responsies die gegeven zijn op stimuli van verschillende stimulusbanden. Daarna zal besproken worden wat de invloed is van het herhaaldelijk aanbieden van dezelfde stammorfemen op de herkenning van woorden met die stammorfemen. Dan pas is het mogelijk de invloed die toevoeging van affixen op de herkenning heeft te beoordelen. Hierbij zal ook de mate waarin affixen lexicaal relevante informatie bij zich dragen betrokken worden. Daaraanvolgend zal de vraag beantwoord worden of woorden met een prefix beter herkend worden dan woorden met een suffix. Ten slotte zal enige aandacht besteed worden aan de verwarringen die in de woord-herkenningstaak zijn opgetreden.

3.3.1 Verschil tussen de stimulusbanden?

Proefpersonen kregen de stimuli van één van vier stimulusbanden te horen. De banden correspondeerden met de vier verschillende volgorden. Voordat verder op de resultaten wordt ingegaan is het nodig om te weten of onderscheid gemaakt moet worden tussen responsies op dezelfde woorden maar van verschillende stimulusbanden. Hiertoe zijn de responsies gesorteerd naar stimulusband en woordtype. Daarna zijn per woordtype en stimulusband de gemiddelde proporties correcte herkenningen uitgerekend. In tabel 3.7 worden deze gemiddelde herkenningskansen gepresenteerd.

Tabel 3.7: *Per stimulusband en per woordtype de gemiddelde proporties correcte herkenningen. Tussen haakjes worden de standaarddeviaties van de proporties waarover het gemiddelde berekend is, gegeven. In elke cel staan de gemiddelden van 26 woorden die elk door twaalf proefpersonen gehoord zijn.*

Stimulusband	Woordtype			
	S	FS	SF	FSF
A	.28 (.23)	.43 (.27)	.44 (.33)	.54 (.32)
B	.20 (.22)	.40 (.29)	.41 (.35)	.55 (.36)
C	.17 (.20)	.41 (.33)	.44 (.35)	.55 (.33)
D	.21 (.25)	.42 (.26)	.40 (.35)	.52 (.36)

In een variantieanalyse², nadat van de proporties de arcsinus was genomen om een normale verdeling van de metingen te krijgen (Studebaker, 1985), met

²In alle variantieanalyses in deze studie worden 'fixed effects' verondersteld (Winer, 1962).

stimulusband en woordtype als factoren en percentage correcte responsies als afhankelijke variabele bleek er geen significant hoofdeffect van de factor stimulusband ($F=0.10$, $df=3,400$, n.s.) te zijn. Dit wijst op een homogene proefpersoonfactor. Zoals al door de tabel gesuggereerd wordt is er een significant hoofdeffect van woordtype ($F=20.35$, $df=3,400$, $p<.001$). Er is geen interactie tussen beide factoren ($F=0.16$, $df=9,400$, n.s.). Voor de verdere verwerking van de data betekent dit dat geen onderscheid gemaakt hoeft te worden tussen de stimulusbanden waarvan de responsies afkomstig zijn. Op het hoofdeffect van de factor woordtype zal in 3.3.3 en verder worden terug gekomen.

3.3.2 Invloed van herhaalde aanbieding van het stammorfeem

In dit experiment kreeg elke proefpersoon elk stammorfeem vier keer in verschillende typen woorden aangeboden. De volgorde waarin stimuli met hetzelfde stammorfeem ter herkenning werden aangeboden was quasi-toevallig bepaald. Er zijn aanwijzingen dat eerdere herkenning van een woord van invloed is op latere herkenning van hetzelfde woord, ook kan de herkenning beïnvloedt worden door eerdere aanbieding van een ander woord met hetzelfde stammorfeem (Murrell & Morton, 1974; Kempley & Morton, 1982; Henderson, Wallis & Knight, 1984). Voordat we ingaan op de herkenbaarheid van woorden van verschillend type zal eerst onderzocht worden wat het effect op de herkenbaarheid van woorden is als het stammorfeem al enige keren, in andere woorden, aangeboden is. Het is noodzakelijk om de invloed van deze herhaalde aanbiedingen van hetzelfde stammorfeem op de herkenning apart te beschouwen omdat hierdoor wellicht een gedeelte van de variaties in de waarnemingskansen verklaard kan worden. In tabel 3.8 wordt per woordtype en uitgesplitst naar het aantal voorafgaande aanbiedingen van hetzelfde stammorfeem de percentages correcte herkenningen gegeven.

Inspectie van tabel 3.8 leert dat het aantal keren dat een stammorfeem in een ander type woord eerder ter herkenning is aangeboden van invloed is op de proportie correcte herkenningen van dat woord. In een variantieanalyse, na arcsinus-transformatie van de proporties, waarin naast de factor woordtype het aantal keren dat een stammorfeem eerder is aangeboden als 'binnen proefpersonen' factor is opgenomen bleek dat deze toename significant was. Er was een hoofdeffect van de factor herhaalde aanbieding ($F=6.35$, $df=3,98$, $p<.002$) en ook weer van de factor woordtype ($F=5.72$, $df=3,100$, $p<.002$). Er was tussen beide factoren geen interactie ($F=1.08$, $df=9,300$, n.s.). Omdat herhaalde aanbieding van het stammorfeem van invloed is op de herkenning van de stimulus is besloten in volgende analyses het aantal voorafgaande aanbiedingen van hetzelfde stammorfeem als 'binnen proefpersonen' factor op te nemen.

Tabel 3.8: *Afhankelijk van het aantal voorafgaande aanbiedingen van het zelfde stammorfeem de gemiddelde proporties correcte herkenningen per woordtype. Tussen haakjes worden de standaarddeviaties van de proporties waarover het gemiddelde berekend is, gegeven. Binnen elke cel staat het gemiddelde van 26 woorden die ieder aan twaalf proefpersonen ter herkenning zijn aangeboden.*

	Aantal voorafgaande aanbiedingen van hetzelfde stammorfeem			
	0	1	2	3
S	.19 (.21)	.18 (.20)	.24 (.25)	.25 (.24)
FS	.35 (.29)	.41 (.28)	.44 (.27)	.46 (.30)
SF	.38 (.33)	.44 (.36)	.42 (.34)	.46 (.36)
FSF	.51 (.34)	.55 (.34)	.54 (.35)	.56 (.34)

3.3.3 Invloed van toevoeging van affixen op de herkenning

In dit experiment zijn goed verstaanbare affixen aan slecht verstaanbare stammorfemen toegevoegd. De verwachting was dat door toevoeging van de affixen de herkenbaarheid van het gehele woord zou toenemen. Indien woordbegininformatie een bijzondere rol speelt in het herkenningsproces dan is de verwachting dat toevoeging van een prefix de herkenbaarheid van het woord meer doet toenemen dan toevoeging van een suffix ten opzichte van de herkenbaarheid van het stammorfeem zonder toevoegsels. In tabel 3.9 worden voor de vier typen woorden de gemiddelde percentages correcte herkenningen gegeven. In de tabel is voor de verschillende woordtypen geen onderscheid gemaakt naar het aantal voorafgaande aanbiedingen van hetzelfde stammorfeem. Ook wordt in tabel 3.9, gemiddeld over de woorden van eenzelfde type, de informatiemaat R gegeven (zie 3.2.4 en tabel 3.6).

Tabel 3.9 laat zien dat de toevoeging van affixen de herkenbaarheid van de nieuw gevormde woorden verhoogt. De toename van de herkenbaarheid is het grootst bij woordtype FSF als een stammorfeem gecombineerd wordt met zowel een pre- als een suffix. In 3.3.1 en 3.3.2 is al gebleken dat dit een significant hoofdeffect was. Ook blijkt uit tabel 3.9 dat prefix-suffixcombinaties gemiddeld meer informatie over het woord bevatten dan alleen een prefix of alleen een suffix. Prefixen en suffixen blijken in dezelfde mate informatief te zijn.

In het voorgaande is er van uitgegaan dat de hogere herkenbaarheid van woorden van type FS, SF en FSF toegeschreven moet worden aan de toevoeging van affixen. Hierdoor is meer lexicaal inperkende informatie beschikbaar om het woord te herkennen. Nu is het mogelijk dat niet het toevoegen van lexicaal relevante stukjes informatie in de vorm van affixen verantwoordelijk was voor deze toename van de herkenningkans maar dat woorden die uit meer

Tabel 3.9: *Gemiddeld over woorden van hetzelfde type en ongeacht het aantal voorafgaande aanbiedingen van het stammorfeem de proporties correcte herkenningen per type. De proporties correct in elke cel zijn berekend over de responsies die 48 proefpersonen op 26 woorden gaven. Ook wordt de gemiddelde informatiemaat R voor de verschillende woordtypen gegeven. Tussen haakjes worden de standaarddeviaties van de metingen waarover het gemiddelde berekend is, gegeven. Bij woorden van het type S voor de informatiemaat R staat geen standaarddeviatie vermeld omdat voor dat type woorden maar één waarde van R berekend kon worden.*

	Proportie correcte herkenningen	Gemiddelde van de informatiemaat R
S	.21 (.22)	.22
FS	.42 (.28)	.29 (.05)
SF	.42 (.34)	.30 (.05)
FSF	.54 (.34)	.35 (.06)

fonemen of lettergrepen bestaan altijd beter herkenbaar zijn. Een mogelijkheid om deze hypothese te toetsen is door na te gaan of woorden waarin stammorfemen gecombineerd zijn met affixen die slechts zeer weinig lexicaal inperkende informatie verschaffen beter herkend worden dan woorden zonder affixen. Als de duur van een woord van invloed is op de herkenbaarheid van het woord zou verwacht mogen worden dat de herkenbaarheid van woorden van type FS en SF, voor die gevallen dat zij gecombineerd zijn met weinig informatieve affixen, beter zou zijn dan de stammorfemen zonder affix. Als daarentegen de verbetering van herkenbaarheid veroorzaakt wordt door de informatie die affixen bij zich dragen dan kan verwacht worden dat bij toevoeging van weinig informatieve affixen de herkenbaarheid nauwelijks of niet verbetert.

Voor dit doel is binnen de woorden van type FS en SF onderscheid gemaakt tussen woorden met een affix dat veel inperkt en woorden met een affix dat weinig inperkt. Het criterium, $R \leq 0.285$, is zo gekozen dat ongeveer gelijke aantallen in beide categorieën ingedeeld werden. Vervolgens zijn de woorden van type S vergeleken met de woorden van type FS en SF die in de categorie met weinig inperkende affixen ingedeeld waren. In tabel 3.10 worden de gemiddelden met bijbehorende standaarddeviaties gegeven. Ook worden de gemiddelden van R , de informatiemaat, gegeven.

Uit tabel 3.10 blijkt dat er maar weinig verschil bestaat tussen de herkenbaarheden van woorden van het type S en woorden van het type FS en SF waarvan het affix weinig inperkt. In een variantieanalyse, na arcsinus-transformatie van de proporties, met factoren woordlengte en herhaling van aanbieding van het stammorfeem bleek er geen significant verschil in de proporties correcte herkenningen te zijn ($F=1.18$, $df=1,52$, $n.s.$). Dit betekent dat de verschillen in herken-

Tabel 3.10: *Proporties correcte herkenningen voor woorden van het type S en voor woorden van de typen FS en SF waarvan het affix veel of weinig inperkt. Ook worden de gemiddelden van de informatiemaat R gegeven. Tussen haakjes staan achter de proporties correct de standaarddeviatie en het aantal woorden waarover gemiddeld is. Elk woord is door 48 proefpersonen gehoord.*

	Proportie correcte herkenningen	Gemiddelde R
S	.21 (sd.=.22, n=26)	.22
FS en SF woorden waarvan het affix weinig inperkend is $R \leq 0.285$.27 (sd.=.23, n=28)	.26
FS en SF woorden waarvan het affix veel inperkend is $R > 0.285$.59 (sd.=.32, n=24)	.34

baarheid die gevonden zijn tussen woorden van typen S, FS, SF en FSF niet toegeschreven kunnen worden aan verschillen in woordlengte. Geconcludeerd moet worden dat juist de door middel van affixen toegevoegde lexicaal relevante informatie verantwoordelijk is voor de toename in herkenbaarheid.

3.3.4 Invloed van de mate van lexicale inperking op de herkenning

In de vorige paragraaf is gebleken dat sommige woorden met een affix niet significant beter herkend worden dan woorden zonder affix. Dit waren de woorden waarvan het toegevoegde affix weinig lexicale informatie bevatte. Hier zal ingegaan worden op de invloed op de herkenning van de mate waarin affixen het aantal mogelijke responsies beperken. In 3.3.3 is voor woorden van het type FS en SF onderscheid gemaakt tussen woorden waarbij de affixen veel inperkten en weinig inperkten door voor de informatiemaat een grenswaarde $R=0.285$ te kiezen. Voor woorden van het type FSF willen we ook een criterium voor de informatiemaat R kiezen zodat ongeveer evenveel woorden van dat type in de categorie met weinig inperkende affixcombinaties vallen als in de categorie met veel inperkende affixcombinaties. Er is voor gekozen een woord van het type FSF in de eerste categorie in te delen als de informatiemaat R voor de affixcombinatie kleiner dan of gelijk was aan 0.35 en in de tweede categorie in te delen als R groter was dan 0.35. Voor woorden van type FS, SF en FSF worden in tabel 3.11 voor de onderscheiden niveaus van lexicale inperking de gemiddelde proporties correcte herkenningen gegeven.

Tabel 3.11: Voor woorden van type FS, SF en FSF per niveau van lexicale inperking door het affix of de affixcombinatie de proporties correcte herkenningen, de bijbehorende standaarddeviaties, de aantallen woorden waarop de gemiddelden gebaseerd zijn, de gemiddelde informatiemaat R en de bij R behorende standaarddeviatie. De affixen van de woorden van het type FS en SF werden weinig inperkend genoemd als $R \leq .285$ en veel inperkend als $R > .285$. De affixcombinaties van de woorden van het type FSF werden weinig inperkend genoemd als $R \leq .35$ en veel inperkend als $R > .35$. De proporties correct zijn tot stand gekomen door te middelen over de gegevens verkregen bij verschillende aantallen eerdere presentaties van dezelfde stammorfemen van hetzelfde woordtype en met hetzelfde niveau van lexicale inperking door de affixen. Elk woord is gehoord door 48 proefpersonen.

	Veel lexicale inperking					Weinig lexicale inperking				
	Proportie correct	n	sd.	gem. R	sd. R	Proportie correct	n	sd.	gem. R	sd. R
FS	.61	9	.30	.35	.06	.31	17	.21	.27	.02
SF	.58	15	.33	.33	.04	.21	11	.24	.26	.01
FSF	.68	12	.32	.41	.03	.41	14	.31	.31	.02

Inspectie van tabel 3.11 leert dat woorden waarbij het affix of de affixcombinatie veel inperkt beter worden herkend dan woorden van hetzelfde type waarbij de inperking door affixen gering is. Er is een variantieanalyse uitgevoerd om na te gaan of er een systematisch verschil is tussen woorden met veel inperkende en weinig inperkende affixen. Daarbij was de afhankelijke variabele de proportie correcte herkenningen, de factoren waren woordtype, de mate van inperking door de affixen en het aantal eerdere presentaties van het stammorfeem. Uit de variantieanalyse, waarin de proporties ingevoerd waren nadat er de arcsinus van genomen was, bleek dat de mate van lexicale inperking door de affixen van invloed was op de proportie correcte herkenningen ($F=20.46$, $df=1,76$, $p<.001$). Ook in variantieanalyses voor elk woordtype apart, met de factoren mate van inperking door de affixen en het aantal eerdere presentaties van het stammorfeem, bleek de factor lexicale inperking steeds significant te zijn ($F=10.31$, $df=1,24$, $p<.005$; $F=10.39$, $df=1,24$, $p<.005$; en $F=5.00$, $df=1,24$, $p<.036$ respectievelijk voor woordtypen FS, SF en FSF).

De relatie tussen de hoeveelheid lexicaal relevante informatie die affixen en affixcombinaties bij zich dragen en de herkenbaarheid van de woorden kan ook gekwantificeerd worden door een Pearson correlatiecoëfficiënt. De correlatie is berekend over 312 waarnemingen: alle woorden van type FS, SF en FSF, daarbij het onderscheid bewarend tussen het aantal voorafgaande aanbiedingen van hetzelfde stammorfeem. De correlatie tussen de informatiemaat R van de affixen van de woorden en de herkenbaarheden, na arcsinus transformatie, van

die woorden, gemeten in de woordherkeningstaak, was .45 ($p < .001$). Dit is in overeenstemming met de voorgaande analyse.

3.3.5 Invloed van positie van de toegevoegde informatie

Om inzicht te krijgen in het belang van de positie van lexicaal relevante informatie in de ter herkenning aangeboden woordvorm kunnen de herkenbaarheden van woorden met een prefix vergeleken worden met de herkenbaarheden van woorden met een suffix. Als het zo is dat goed verstaanbare woordbegininformatie inderdaad beter of efficiënter door het herkenningsproces aangewend kan worden dan even informatieve akoestische informatie aan het wordeinde dan mag verwacht worden dat woorden in dit experiment met een prefix vaker correct herkend worden dan woorden met een suffix. Tabel 3.8, 3.9 en 3.11 laten zien dat dit niet het geval is. Dit wordt nog eens bevestigd door een variantieanalyse met als afhankelijke variabele proportie correcte herkenningen en met factoren woordtype: FS versus SF, mate van lexicale inperking door het affix: veel lexicale inperking of weinig lexicale inperking en de factor herhaling van het stam morfeem. Nadat de arcsinus van de proporties als afhankelijke variabele in de variantieanalyse opgenomen was, bleek er geen significant verschil tussen woorden van type FS en SF te bestaan ($F=0.72$, $df=1,48$, n.s.). De factor mate van lexicale inperking door het affix bleek weer significant ($F=20.59$, $df=1,48$, $p < .001$); dit gold ook voor het aantal keren dat het stam morfeem herhaald was ($F=4.55$, $df=3,46$, $p < .008$). Er waren geen significante interacties.

3.3.6 Verwarringen in de woord-herkenningstaak

Tot nu toe is gesproken over de correcte responsies die in dit experiment werden gegeven. Het is mogelijk dat ook de foutieve responsies ons iets kunnen vertellen over de wijze waarop woorden herkend worden. Daarom zullen de foute responsies hier nader bekeken worden.

Bij de foutieve responsies worden twee categorieën responsies onderscheiden: gerespondeerde woorden anders dan het aangeboden woord en een categorie onzinwoorden en onvolledige responsies. Bij woorden van het type S viel 5% van alle responsies in de laatste categorie, bij woorden van het type FS, SF en FSF was dit steeds ongeveer 10% van het totale aantal responsies. Het totale aantal responsies dat bij elk type woord gegeven werd was 1248. Hier zal slechts ingegaan worden op de foutieve responsies uit de eerste categorie, die foutieve responsies die woorden waren.

De vraag kan gesteld worden in hoeverre in de foutieve responsies de invloed van toegevoegde affixen terug te vinden is. Omdat de affixen die aan stam morfeemen zijn toegevoegd goed verstaanbaar waren en omdat de toegevoegde affixen in belangrijke mate de woordsoort van de stimulus bepalen zou verwacht mogen worden dat de woordsoort van foutieve responsies vaak overeenkomt met die van de stimulus. Om een indruk te krijgen van de verdeling van de foutieve respon-

sies over de verschillende woordsoorten is elke foutieve responsie in één van vijf klassen ingedeeld. Deze vijf klassen waren: zelfstandige naamwoorden, bijvoeglijke naamwoorden en bijwoorden, functiewoorden, werkwoordsvormen en een restcategorie met eigennamen en uitroepen. Ook de ter herkenning aangeboden stimuli werden in deze klassen ingedeeld. Het resultaat van deze classificatie wordt in tabel 3.12 voor de vier typen woorden gegeven. Hoewel in de woorden van het type S geen affixen voorkomen zijn die woorden en de bijbehorende responsies ook ingedeeld in de onderscheiden woordsoortklassen.

Tabel 3.12: *De verdeling naar woordsoortklassen van de woorden uit de kwartetten en van die foutieve responsies die woorden waren. De aantallen worden gegeven per woordtype en per woordsoortklasse van het ter herkenning aangeboden woord. Onderscheid is gemaakt tussen vijf klassen woordsoorten: I zelfstandige naamwoorden, II bijvoeglijke naamwoorden en bijwoorden, III functiewoorden, IV werkwoordsvormen en V een restcategorie met eigennamen en uitroepen. Per woordtype zijn in dit experiment 1248 responsies geregistreerd.*

Woordtype	Woordsoortklasse stimulus	Woordsoortklasse responsie				
		I	II	III	IV	V
S	I	405	71	11	32	5
	II	152	97	15	13	12
	III	41	4			
	IV	26		6	8	
	V					
FS	I	196	33	36	170	6
	II	46	47		39	
	III	7	1	6	2	
	IV	5		6	2	
	V					
SF	I	361	26	5	30	3
	II	60	94	6		
	III	2	1		32	
	IV					
	V					
FSF	I	233	3	1	11	17
	II	8	91			
	III					
	IV	9	2		48	
	V					

Uit tabel 3.12 blijkt dat er wat betreft de woordsoorten van de foutieve responsies bij stimuli van eenzelfde woordsoort aanzienlijke variaties bestaan. Bij

woorden van het type S en SF blijkt de tendens aanwezig om ongeacht de woordsoort van het aangeboden woord met zelfstandige naamwoorden te responderen. Daarnaast is bij de foutieve responsies op woorden van alle typen de tendens waarneembaar om met woorden te responderen uit dezelfde woordsoortklasse als het gepresenteerde woord. Dit betekent dat in de foutieve responsies de invloed van de goed verstaanbare affixen terug te vinden is.

Naast de goed verstaanbare affixen is er nog een ander aspect van de akoestische informatie dat van invloed kan zijn op de responsies die gegeven worden als het stammorfeem niet goed waargenomen is. De totale duur van het ter herkenning aangeboden woord was altijd goed waar te nemen. Het is mogelijk dat de keuze van de responsies die luisteraars geven ook door deze duurinformatie beperkt wordt. Als dit het geval is moet dit in de foutieve responsies terug te vinden zijn. Met dit doel voor ogen is daarom van elke foutieve responsie de lengte vastgesteld door het aantal syllaben ervan te tellen. De aangeboden woorden werden ook in drie klassen ingedeeld: één klasse met eenlettergrepige woorden (woorden van het type S), één klasse met tweelettergrepige woorden (woorden van het type FS en SF) en één klasse met drielettergrepige woorden (woorden van het type FSF). Het resultaat van deze tellingen word in tabel 3.13 gegeven.

Tabel 3.13: *De lengte van de foutieve responsies die woorden vormen uitgezet tegen de lengte van de ter herkenning aangeboden woorden. De lengte wordt uitgedrukt in het aantal syllaben van het woord. De ter herkenning aangeboden woorden met lengte 1 zijn alle van het type S, die met lengte 2 van het type FS of SF en die met lengte 3 van het type FSF. Bij de eenlettergrepige woorden zijn 1248 responsies geregistreerd, bij woorden met twee lettergrepen 2496 en bij woorden met drie lettergrepen 1248.*

Woordlengte van de stimuli (in syllaben)	Woordlengte van de responsies (in syllaben)			
	1	2	3	4
1	858	59	10	0
2	81	1078	43	3
3	4	30	375	38

In tabel 3.13 komen 90% van de responsies wat lengte betreft overeen met het ter herkenning aangeboden woord. Dit betekent dat een aanzienlijk aantal van de foutieve responsies die woorden vormen qua lengte overeenkomen met het ter herkenning aangeboden woord. Dat een aantal responsies wat betreft lengte niet met de ter herkenning aangeboden woorden overeenkomen kan veroorzaakt zijn door duurverschillen tussen consonanten en consonantklusters en door lexicale beperkingen. Geconcludeerd wordt dat naast segmentele informatie ook de lengte van het ter herkenning aangeboden woord van invloed is geweest op de selectie

van een responsie.

3.4 Discussie

Vier typen woorden werden in dit experiment ter herkenning aangeboden: S, FS, SF en FSF. De stammorfemen van de woorden waren kunstmatig slecht verstaanbaar gemaakt, de affixen waren steeds goed verstaanbaar. Het doel van dit experiment was te onderzoeken of woorden met goed verstaanbare prefixen (type FS) beter herkend worden dan woorden met dezelfde stammorfemen maar gecombineerd met suffixen (type SF). Om een toename van de herkenbaarheid door het toevoegen van affixen te kunnen meten zijn de twee overige typen woorden in het experiment opgenomen, namelijk woorden van het type S en FSF. De invloed van het toevoegen van een prefix vooraan een stammorfeem of het toevoegen van een suffix achteraan hetzelfde stammorfeem op de herkenbaarheid van de gehele woorden kan alleen zinvol gebeuren als bekend is in welke mate de toegevoegde affixen de aantallen woorden beperken die gerespondeerd kunnen worden. Daarom is ook nagegaan hoe informatief de affixen zijn die in de woorden uit de kwartetten voorkomen.

Er werden woorden in dit experiment ter herkenning aangeboden waarvan het stammorfeem ook in andere woorden voorkwam die ter herkenning werden aangeboden. Eerder is uiteengezet dat er aanwijzingen zijn dat de herkenning van een woord beïnvloed kan worden door voorafgaande aanbiedingen van andere woorden met hetzelfde stammorfeem ('priming'). Ook in de resultaten van dit experiment bleek dat de kans op herkenning van een woord toeneemt als er vaker woorden aan vooraf gaan waarin hetzelfde stammorfeem voorkomt.

Het toevoegen van lexicaal relevante informatie, in de vorm van affixen, had een grote invloed op de herkenning van de nieuw gevormde woorden. Stammorfemen met een affix werden beter herkend dan stammorfemen zonder affixen en stammorfemen met zowel een pre- als een suffix werden beter herkend dan woorden met maar één affix. Ook bleek, naarmate een toegevoegd affix of toegevoegde affixcombinatie informatiever was, de kans op herkenning van het gehele woord toe te nemen ten opzichte van de herkenbaarheid van hetzelfde stammorfeem zonder toevoegsels.

Er bleek geen verschil in herkenbaarheid tussen woorden van het type FS en woorden van het type SF. De toename van de herkenbaarheid ten opzichte van de herkenbaarheid van woorden van het type S was voor beide typen woorden gelijk. Het lijkt er daarom op dat aan de resultaten van dit experiment de conclusie verbonden moet worden dat in de herkenning van gelede woorden woordbegininformatie even effectief gebruikt kan worden als informatie van het wordeinde.

Toch moet er bij deze conclusie een kanttekening geplaatst worden. In de inleiding van dit hoofdstuk is uiteengezet dat er aanwijzingen zijn dat verbuigingen op geheel andere wijze dan monomorfematische woorden herkend worden.

Er wordt vanuit gegaan dat verbuigingen herkend worden door eerst de affixen als afzonderlijke eenheden te herkennen, vervolgens het stammorfeem te herkennen en tot slot na te gaan of aan de combinatie herkende affixen en herkend stammorfeem in het lexicon een betekenis is toegekend of toegekend kan worden. Dit wordt aangeduid met 'affixstripping' (Taft & Forster, 1975). Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat afleidingen ook via 'affixstripping' herkend worden. We veronderstelden daarom dat de herkenning van afleidingen overeenkomstig de herkenning van monomorfematische woorden verloopt. Dit was de reden om in dit experiment zoveel mogelijk afleidingen en zo weinig mogelijk verbuigingen ter herkenning aan te bieden. Het is echter mogelijk dat deze veronderstelling ten onrechte is gemaakt en dat, in tegenstelling tot de evidentie die door anderen gerapporteerd is, ook bij afleidingen sprake is van 'affixstripping'. Het feit dat in de resultaten van dit experiment gevonden is dat eerdere aanbieding van hetzelfde stammorfeem in verschillende woorden de kans op herkenning van woorden met hetzelfde stammorfeem doet toenemen kan opgevat worden als een vingerwijzing in die richting.

Het resultaat van dit experiment kan opgevat worden als een aanwijzing dat het woordherkenningsproces niet gevoeliger is voor informatie uit het woordbegin dan voor informatie uit latere delen van het woord. In dit opzicht sluit het geheel aan bij de bevindingen die in hoofdstuk 2 gerapporteerd zijn. Het is echter mogelijk dat de woorden die in dit experiment ter herkenning zijn aangeboden op geheel andere wijze herkend worden dan verondersteld is. Het resultaat van dit experiment sluit daarom niet uit dat bij de herkenning van woorden van andere vorm, bijvoorbeeld langere monomorfematische woorden, wel gevonden kan worden dat het herkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor wordeindinformatie. In het volgende hoofdstuk zal daarom de herkenning van langere monomorfematische woorden onderzocht worden.

Hoofdstuk 4

Herkenning van langere monomorfematische woorden

4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is een experiment besproken dat uitgevoerd is om na te gaan of woordbegininformatie van groter belang voor de herkenning is dan informatie over andere delen van een woord. Dit is gedaan door in een woordherkenningstaak de bijdrage van woordbegininformatie aan de herkenbaarheid van gelede woorden te vergelijken met de bijdrage van wordeindinformatie. Woordbegininformatie bestond uit een prefix, wordeindinformatie uit een suffix. De woorden werden onder suboptimale omstandigheden ter herkenning aangeboden: stammorfemen waren slecht verstaanbaar, de affixen waren steeds goed te verstaan. Uit de resultaten van dat experiment bleek dat woorden met een prefix even vaak correct herkend werden als woorden met een suffix. Zoals in hoofdstuk 1 uiteengezet, was er aanleiding om te verwachten dat het woordherkenningsproces gevoeliger zou zijn voor woordbegininformatie dan voor akoestische informatie uit latere delen van een woord. Nu kan de vraag gesteld worden of het grotere belang van woordbegininformatie een eigenschap van het herkenningsproces is of dat het grotere belang van woordbegininformatie een gevolg is van toevallige omstandigheden waaronder in experimenten gemeten is. Indien het woordherkenningsproces zo ingericht is dat aan woordbegininformatie het grootste gewicht wordt toegekend, ongeacht de specifieke taak waarin woorden herkend moeten worden, dan zouden we dit in een veelheid van experimentele taken terug moeten kunnen vinden. Zo mag verwacht worden dat ook bij het herkennen van niet optimaal verstaanbare spraak blijkt dat aan woordbegininformatie meer gewicht wordt toegekend. De verwachting voor het experiment uit het vorige hoofdstuk was daarom dat woorden met goed verstaanbare woordbegininformatie, de woorden met een prefix, vaker correct herkend zouden worden dan woorden met goed verstaanbare wordeindinformatie, de woorden met een suffix.

Zoals in de discussie van het vorige hoofdstuk uiteengezet is er een andere

verklaring voor de resultaten van het experiment van hoofdstuk 3 te geven. Zo is het mogelijk dat in dat experiment de woorden herkend werden nadat de affixen van het stammorfeem gescheiden waren: 'affixstripping' (Taft & Forster, 1975). Bij 'affixstripping' worden eerst eventuele affixen gescheiden van het stammorfeem, vervolgens wordt het stammorfeem herkend en daarna wordt nagegaan of de combinatie herkend stammorfeem en herkende affixen in het lexicon voorkomt. Dit zou bijvoorbeeld kunnen betekenen dat in het herkenningproces niet aan de vroegst beschikbare akoestische informatie van een woord een groter belang wordt gehecht maar aan de vroegste akoestische informatie van het stammorfeem van het woord. Dit zou dan verklaren waarom geen verschil in herkenbaarheid gevonden is tussen woorden met een prefix en woorden met een suffix.

Om aan het bezwaar tegemoet te komen dat er bij de herkenning van gelede woorden sprake geweest kan zijn van 'affixstripping' zouden we hetzelfde experiment nogmaals uit kunnen voeren maar dan met ongelede woorden als stimuli. Deze woorden zouden dan opgebouwd gedacht kunnen worden uit een betekenisloos woordbegingedeelte, P, een betekenisloos woordmiddengedeelte, Q, en een betekenisloos wordeindgedeelte, R. Als de betekenisloze woorddelen P en Q samen een monomorfematisch woord PQ vormen en ook Q en R samen een monomorfematisch woord QR vormen dan hebben we een trits waarvan de woorden sterk lijken op de woorden uit de kwartetten van het vorige hoofdstuk. Het is niet mogelijk het woordmiddengedeelte, Q, als woord aan de trits toe te voegen om een kwartet te vormen. Door de woorddelen, Q, van de woorden uit de trits kunstmatig slecht verstaanbaar te maken zou het experiment uit het vorige hoofdstuk nogmaals, maar met ongelede woorden, uitgevoerd kunnen worden. Deze aanpak stuit echter op ernstige praktische bezwaren. Het is de vraag of er woorden PQR in een fonologisch woordenboek gevonden kunnen worden die ook de woorden PQ en QR in zich hebben. Indien die woorden bestaan dient er bij het zoeken naar geschikte woorden ook rekening gehouden te worden met het aantal woorden dat gevormd kan worden gegeven het woordbegin- en wordeindgedeelte. Evenals in het experiment uit het vorige hoofdstuk is het gewenst dat woordbegingedeelte en wordeindgedeelte ongeveer evenveel woorden uit het lexicon toestaan. Bovendien moeten de woorden net als in het experiment met gelede woorden pas te herkennen zijn als nagenoeg de gehele klankvorm gehoord is. Het realiseren van een dergelijk experiment stuit op veel problemen en bezwaren. Er is daarom van afgezien.

Een andere mogelijkheid om de bijdrage van woordbegininformatie en informatie van latere delen van ongelede woorden aan de herkenning te meten is benut in een experiment van Nooteboom (1981). In dat experiment werd de mate waarin woordbegin- en wordeindinformatie aan herkenning bijdroegen gemeten door slechts akoestische informatie over delen van woorden beschikbaar te stellen (zie ook 1.3). De beschikbaar gestelde akoestische informatie over het eerste of laatste deel van het woord was precies voldoende om het woord uniek in het lexicon te kunnen identificeren. De gebruikte woorden hadden de eigenschap dat het herkenningpunt bepaald vanaf het woordbegin samenviel met het herken-

ningspunt bepaald vanaf het wordeinde. Een voorbeeld van een woord dat in dat experiment gebruikt werd is SURROGAAT. Het herkenningpunt bepaald vanaf het woordbegin valt bij SURROGAAT in het foneem /o:/, bepaald vanaf het wordeind valt het in hetzelfde foneem. Het eerste deel van het woord tot aan het herkenningpunt werd het woordbeginfragment genoemd, het deel vanaf het herkenningpunt tot aan het wordeinde werd het wordeindfragment genoemd. Dergelijke woorden werden onder twee kondities ter herkenning aangeboden. Onder één conditie, als het woordbeginfragment aangeboden werd, was SURROGAAT hoorbaar tot halverwege de /o:/. Onder de andere conditie, als het wordeindfragment beschikbaar werd gesteld, was SURROGAAT vanaf halverwege de /o:/ te horen. Onder beide condities bleken de spraakfragmenten goed te verstaan. Ook het foneem waarin het herkenningpunt viel en dat slechts gedeeltelijk hoorbaar was bleek steeds correct waargenomen te worden. Om de luisteraar duidelijk te maken welk deel van de klankvorm van het gehele woord ontbrak werd op de positie van het weggelaten gedeelte een 400 ms durende toon hoorbaar gemaakt. Hoewel het woordbegin- en wordeindfragment evenveel en precies voldoende informatie bevatten om het woord uniek in het lexicon te kunnen identificeren werden woorden vaker en sneller herkend als het woordbeginfragment gepresenteerd werd. Dit resultaat werd opgevat als ondersteuning van de hypothese dat het herkenningproces of althans dat deel van het herkenningproces waarin contact tot stand komt tussen de interne afbeelding van de stimulus en representaties van klankvormen in het lexicon (fonologische representaties) meer gevoelig is voor stimulusinformatie die correspondeert met spraakklanken uit het begin van een woord dan stimulusinformatie die correspondeert met spraakklanken uit latere delen van het woord.

In 1.3 hebben we gezien dat er ook een andere verklaring voor de resultaten van het experiment van Nooteboom (1981) mogelijk is. Als het woordbeginfragment ter beschikking wordt gesteld om het woord te herkennen bestaat er geen twijfel over dat de binnenkomende spraakklanken betrekking hebben op het woordbegin. Ten eerste heeft vroegste akoestische informatie bij het herkennen van woorden onder goede luisteromstandigheden altijd betrekking op het woordbegin. Ten tweede is er aan het begin van de stimulus geen korte toon aanwezig die aangeeft dat er spraakklanken ontbreken. Dit wil zeggen dat van het begin af aan zeker is dat de akoestische informatie moet passen op een fonologische representatie in het lexicon. Wordt het wordeindfragment aangeboden dan ligt dit moeilijker. Het begin van de stimulus, de korte toon met een vaste duur van 400 ms, geeft aan dat akoestische informatie ontbreekt. De spraakklanken van het wordeindfragment die op de toon volgen zullen nog geen woorden in het lexicon kunnen activeren omdat, geredeneerd vanuit het te herkennen woord, onzekerheid bestaat over de positie in het woord vanaf waar spraakklanken beschikbaar komen. Er bestaat daarom onzekerheid over de positie in de fonologische representaties vanaf waar de binnenkomende akoestische informatie vergeleken zou kunnen worden. Hierdoor wordt het vergelijken van binnenkomende akoestische informatie met fonologische representaties in het lexicon veel ingewikkelder; er

zijn als het ware veel meer startpunten voor het vergelijken van binnenkomende informatie en fonologische representaties. De onzekerheid over de positie die binnenkomende akoestische informatie in zou nemen in een compleet signaal kan opgeheven worden door het einde van de akoestische informatie af te wachten. Deze strategie verhindert echter dat binnenkomende informatie direct in contact gebracht wordt met fonologische representaties. Hierdoor zal de herkenning niet alleen wat vertraagd worden maar, omdat de afbeelding van de stimulus in het auditief-sensorische geheugen aan verval onderhevig is, ook minder kans op slagen hebben. Bovendien zou deze strategie kunnen inhouden dat gezocht moet worden naar een passende responsie door de laatst binnengekomen akoestische informatie als het ware van achter naar voren te vergelijken met fonologische representaties. Het is de vraag of het vinden van een dergelijke responsie door terug te lopen langs fonologische representaties vergelijkbaar is met het vinden van een responsie door binnenkomende akoestische informatie van voren naar achteren met fonologische representaties te vergelijken. Het een en ander in overweging nemende moet geconcludeerd worden dat de situatie die ontstaat als het wordeindfragment aangeboden wordt niet vergelijkbaar is met de situatie als een woordbeginfragment gepresenteerd wordt.

Als de hier gevolgde redenering juist is betekent dit dat het woordherkenningsproces niet noodzakelijk gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie over latere delen van woorden. Aan de andere kant blijft het mogelijk dat ook als uit het experiment van Nootboom niet geconcludeerd mag worden dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie, het herkenningsproces toch die eigenschap heeft. Om deze vraag te beantwoorden kunnen we een experiment doen dat sterke overeenkomsten vertoont met dat van Nootboom maar met dit belangrijke verschil dat geen onzekerheid voor de luisteraar bestaat over de positie die de aangeboden akoestische informatie in een volledig spraaksignaal zou innemen. Indien het herkenningsproces toch gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie over latere delen van het woord, dan zal blijken dat het wegnemen van die onzekerheid niet kan voorkomen dat woordbeginfragmenten vaker tot correcte herkenning van het woord leiden dan wordeindfragmenten.

4.2 Methode

Hoe kan in een experiment als dat van Nootboom (1981) de onzekerheid worden opgeheven die in dat experiment bestond over de positie van het wordeindfragment? Een mogelijkheid is de duur van de toon die aangeeft waar spraakklanken ontbreken gelijk te maken aan de duur van het ontbrekende woordbeginfragment. Uit eerder onderzoek (Warren & Obusek, 1971; Morton, Marcus & Ottley, 1981) is echter gebleken dat dergelijke, niet op spraak gelijkende, akoestische informatie door de luisteraar niet op een zinvolle manier met spraak geïntegreerd kan worden. De onzekerheid over de positie die het wordeindfragment in het complete

spraaksignaal zou innemen wordt hierdoor niet opgeheven.

Een andere manier om de onzekerheid over de beschikbare akoestische informatie van het wordeindfragment op te heffen is door de akoestische informatie van het woordbeginfragment wel aan te bieden maar zo te bewerken dat de verstaanbaarheid daarvan zeer gering is. Dit kan gebeuren door zoveel ruis aan het woordbeginfragment toe te voegen dat het correct waarnemen van de afzonderlijke spraakklanken van dat fragment nagenoeg onmogelijk wordt. Dezelfde bewerking kan toegepast worden bij het maken van stimuli waarin slechts informatie over de spraakklanken van het woordbeginfragment wordt aangeboden. Er wordt dan juist ruis aan het wordeindfragment toegevoegd. Het op deze wijze slecht verstaanbaar maken van akoestische informatie heeft twee voordelen. Ten eerste komt de duur van de stimulus overeen met die van het volledige woord. Het tweede voordeel is dat suprasegmentele kenmerken zoals de positie van de klemtoon en het aantal lettergrepen van het woord, ongeacht of aan het woordbeginfragment of aan het wordeindfragment ruis wordt toegevoegd, waarneembaar blijven. In het geval het woordbeginfragment door de toevoeging van ruis slecht verstaanbaar wordt gemaakt zal er daarom voor de luisteraar geen onzekerheid meer bestaan over de plaats die de beschikbare akoestische informatie uit het wordeindfragment in het te herkennen woord in zou moeten nemen. Wat dit betreft zijn de condities waaronder informatie over afzonderlijke spraakklanken beschikbaar wordt gesteld van het woordbeginfragment en het wordeindfragment volledig vergelijkbaar.

Er blijft nog een probleem over. Als ruis op de voorgestelde manier aan woordfragmenten van optimaal uitgesproken woorden wordt toegevoegd is het aannemelijk dat de herkenningkansen van die woorden zeer hoog zullen zijn. Dit is zo omdat er meer dan voldoende akoestische informatie beschikbaar is om het woord te herkennen. Om de herkenbaarheid van de woorden te verlagen zullen de stimuli gemaakt worden van kunstmatige spraak. Kunstmatige spraak is niet perfect, de herkenbaarheid van kunstmatig gerealiseerde woorden zal daarom in vergelijking met die van natuurlijk uitgesproken woorden lager zijn. Het gebruik van niet-optimale spraak houdt echter het gevaar in dat woordbeginfragmenten en wordeindfragmenten niet in gelijke mate aan herkenning kunnen bijdragen omdat de kwaliteit van de fragmenten en dus de waarneembaarheden niet gelijk zijn. In een onzinwoord-waarnemingstaak die voorafgaat aan de woord-herkenningstaak zullen daarom de waarneembaarheden van woordbeginfragmenten en wordeindfragmenten gemeten worden.

Naast de condities waarin het woordbegin- en wordeindfragment slecht verstaanbaar gemaakt zijn door de toevoeging van ruis, zullen ook de volgende condities in beide taken opgenomen worden: de hele stimulus slecht waarneembaar gemaakt door de toevoeging van ruis en de gehele stimulus aangeboden zonder ruis. De eerste van deze twee toegevoegde condities wordt ingevoerd om te zien wat de kans op herkenning van een woord is als afzonderlijke spraakklanken in het woord nagenoeg niet identificeerbaar zijn. De tweede conditie maakt het mogelijk een indruk te krijgen van de kwaliteit van de gebruikte kunstmatige

spraak gegeven dat slechts woorden ter herkenning aangeboden worden. Bij de onzinwoord-waarnemingstaak biedt het invoeren van deze twee extra condities het voordeel dat, indien gewenst, de waarnemingskansen van fragmenten ook vastgesteld kan worden onder condities waarin de signaalruisverhouding constant is over de duur van de hele stimulus.

Tot slot nog een opmerking over het herkenningspunt. In het voorgaande werd het herkenningspunt opgevat als het moment waarop met de tot dan toe beschikbare akoestische informatie met zekerheid besloten kan worden tot herkenning van een bepaald woord (Marslen-Wilson & Welsh, 1978). Nu we in dit laatste gedeelte gesproken hebben over het toevoegen van ruis aan het woord tot aan of vanaf het herkenningspunt zal dat herkenningspunt geoperationaliseerd moeten worden. Hier wordt het herkenningspunt van een woord gedefinieerd als het vroegste tijdstip waarop een geïdealiseerde, optimaal uitgesproken versie van een woord uit het woordenboek verschilt van alle andere geïdealiseerde en optimaal uitgesproken woorden uit het woordenboek. Het is mogelijk het aldus gedefinieerde herkenningspunt te bepalen door van links naar rechts of van rechts naar links door de woordvorm te lopen. Is akoestische informatie tot of vanaf het herkenningspunt beschikbaar dan zal als het herkenningspunt in een klinker valt de klinker in beide gevallen correct waargenomen worden, valt het herkenningspunt in een consonant dan is dit niet helemaal zeker. Door de toegevoegde ruis niet abrupt te laten beginnen of eindigen veronderstellen we dat ook consonanten in die situatie correct waargenomen kunnen worden.

4.2.1 Woorden in de woord-herkenningstaak

In de woord-herkenningstaak werd de herkenbaarheid van 28 ongelede testwoorden gemeten. Deze 28 testwoorden hadden als bijzondere eigenschap dat het herkenningspunt bepaald vanaf het woordbegin samenviel met het herkenningspunt bepaald vanaf het wordeinde. Bij zestien van deze woorden viel het herkenningspunt in een klinker, bij de overige twaalf in een medeklinker. De woorden waarbij het herkenningspunt in een klinker viel, waren op twee na dezelfde als die in het experiment van Nootboom (1981) werden gebruikt. De klemtoon viel bij de testwoorden niet even vaak op de verschillende lettergrepen. Bij de bespreking van de resultaten wordt hier nog op teruggekomen. Naast deze 28 testwoorden waren ook 30 andere ongelede woorden als vullers in het materiaal opgenomen. Deze vullers waren zo gekozen dat voor testwoorden en vullers samen iedere klemtoonpositie voor de woorden met eenzelfde aantal lettergrepen ongeveer even vaak voorkwam. Naast deze vullers zijn nog tien ongelede woorden in de taak opgenomen waarmee de taak begon. In tabel 4.1 worden de testwoorden, vullers en beginwoorden vermeld.

Tabel 4.1: *De testwoorden, vullers en beginwoorden die in de woord-herkennings-taak zijn aangeboden. Bij de testwoorden zijn de fonemen waarin zich het herken-ningspunt bevindt cursief gedrukt.*

Testwoorden	Vullers	Beginwoorden
kanvas	panorama	ballade
asfalt	locomotief	kano
goe/asj	konditie	alibi
rob <u>u</u> st	kwestie	brutaal
pa <u>m</u> /let	parade	kamera
fra <u>m</u> boos	basilicum	bliksem
kiosk	vijand	taxi
bu <u>n</u> galow	kalamiteit	cavia
ka <u>r</u> naval	macaroni	seconde
lo <u>e</u> mpia	dynamo	ornament
ri <u>s</u> ico	fabriek	
albatros	capaciteit	
lanterfant	arsenicum	
fa <u>n</u> fare	piramide	
vo <u>l</u> ume	jakhals	
fa <u>m</u> ilie	persoon	
ra <u>b</u> arber	grammatica	
ri <u>d</u> ic <u>u</u> ul	banaan	
mo <u>z</u> aiek	krisis	
un <u>a</u> niem	karikatuur	
reun <u>i</u> e	privilege	
pi <u>o</u> nier	ceremonie	
pa <u>s</u> sagier	dromedaris	
ka <u>n</u> nibaal	uranium	
surrogaat	vacature	
ka <u>n</u> di <u>d</u> aat	catalogus	
para <u>ch</u> ute	literatuur	
gymnasium	amerika	
	economie	
	homeopaat	

4.2.2 Onzinwoorden in de onzinwoord-waarnemingstaak

In de onzinwoord-waarnemingstaak werd de waarneembaarheid van delen van de testwoorden uit de woord-herkenningstaak bepaald. Het ging hier om woord-beginfragmenten: vanaf het woordbegin tot en met het herkenningspunt en om wordeindfragmenten: vanaf het herkenningspunt tot en met het wordeinde. De bedoeling was inzicht te krijgen in de waarneembaarheid van de woordbegin- en wordeindfragmenten van de testwoorden door deze fragmenten te combineren met fragmenten afkomstig van andere woorden tot test-onzinwoorden. Bij het combineren is er voor gezorgd dat beide fragmenten op de las hetzelfde foneem hadden. Zo werd het woordbeginfragment van het woord SURROGAAT, /særo:-/, gecombineerd met het fragment /-o:de:s/ tot /særo:de:s/. Om de vergelijkbaarheid met het woord waarvan een fragment afkomstig was zo groot mogelijk te houden is er voor gezorgd dat het toegevoegde fragment wat betreft aantal lettergrepen, aantal fonemen, klemtoonpositie en lengte van de klinkers hierbij zoveel mogelijk aansloot. Totaal leverde dit 56 test-onzinwoorden op: 28 met de beginfragmenten van de testwoorden en 28 met de eindfragmenten van de testwoorden. Naast deze test-onzinwoorden die de fragmenten bevatten van de testwoorden waren in het materiaal ook tien onzinwoorden van wisselende lengte opgenomen; deze dienden als vullers. Ook zijn tien andere onzinwoorden in de taak opgenomen waarmee de taak begon. In tabel 4.2 worden, in fonologische notatie, de test-onzinwoorden, vullers en de begin-onzinwoorden gegeven.

4.2.3 Het maken van de stimuli, verminderen van de verstaanbaarheid

Bij het maken van de stimuli voor de twee luistertaken was het de bedoeling de overeenkomstige spraakfragmenten fysisch zoveel mogelijk identiek te laten zijn. Dit is niet te bereiken door woorden en onzinwoorden apart door een spreker uit te laten spreken omdat er een aanzienlijke variabiliteit in de spraakproductie bestaat. Daarom zijn de stimuli van de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak gemaakt m.b.v. de op het IPO beschikbare difonenverzameling (Elsendoorn & 't Hart, 1982; Elsendoorn, 1984; zie ook 3.2.6). Een voordeel van het gebruik van difonen is dat de zo gemaakte spraak niet perfect is. Dit vermindert de kans dat een woord correct herkend wordt als slechts de akoestische informatie van één fragment beschikbaar is. Om de spraak zo natuurlijk mogelijk te laten klinken zijn de stimuli van een kunstmatig toonhoogteverloop voorzien volgens de regels van de Nederlandse intonatiegrammatica ('t Hart & Collier, 1975). In 3.2.6 is dit in detail beschreven. Om de stimuli zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met natuurlijk uitgesproken woorden werd de duur van de spraakklanken van de stimuli aangepast door de toepassing van duurregels (Elsendoorn, 1985). Ten slotte werd de verstaanbaarheid van de stimuli van de woord-herkenningstaak en onzinwoord-waarnemingstaak gevarieerd door per stimulus vier luistercondities in te voeren. Deze luistercondities ver-

Tabel 4.2: In fonologische notatie de test-onzinwoorden, vullers en begin-onzinwoorden die in de onzinwoord-waarnemingstaak zijn aangeboden. Onderscheid is gemaakt tussen test-onzinwoorden met beginfragmenten en test-onzinwoorden met wordeindfragmenten van de woorden uit tabel 4.1. Bij de test-onzinwoorden is het fragment dat afkomstig is van een testwoord onderstreept.

Test-onzinwoorden		Vullers	Begin-onzinwoorden
Beginfragment	Eindfragment		
/k <u>an</u> vIp/	/b <u>er</u> vas/	/boekareI/	/tempur/
/a <u>s</u> f <u>er</u> m/	/o <u>er</u> f <u>al</u> t/	/alfazɔn/	/slordθlxat/
/g <u>ul</u> ir/	/sa <u>la</u> f/	/kɔnmera/	/akwalero/
/r <u>o</u> byr/	/x <u>e</u> n <u>ys</u> t/	/brynll/	/spInθkol/
/p <u>a</u> mfrɔs/	/z <u>lk</u> f <u>l</u> et/	/fano/	/xalir/
/f <u>r</u> am <u>b</u> ein/	/sp <u>o</u> er <u>b</u> os/	/xypitalθ/	/oromon/
/k <u>i</u> ɔrp/	/m <u>e</u> dɔsk/	/braŋkθr/	/binalia/
/b <u>o</u> ŋgita/	/k <u>a</u> sgalo/	/kovir/	/xeryzɛl/
/k <u>a</u> rnamek/	/l <u>e</u> xtav <u>a</u> l/	/vɛldotek/	/kɛklɔn/
/l <u>u</u> msabo/	/m <u>o</u> m <u>p</u> ia/	/marupa/	/epiamant/
/r <u>i</u> zami/	/p <u>u</u> ziko/		
/a <u>l</u> bazwir/	/o <u>m</u> katrɔs/		
/l <u>an</u> tθrbɔps/	/k <u>l</u> sɔrf <u>an</u> t/		
/f <u>an</u> fipθr/	/rɔlf <u>ar</u> θ/		
/v <u>o</u> lyrAy/	/z <u>i</u> xymθ/		
/f <u>a</u> m <u>i</u> by/	/r <u>o</u> kili/		
/r <u>a</u> b <u>a</u> rlIs/	/v <u>o</u> l <u>r</u> bθr/		
/r <u>i</u> dimep/	/p <u>a</u> ri <u>k</u> yl/		
/m <u>o</u> zaɔl/	/l <u>a</u> naik/		
/y <u>n</u> akel/	/ɛ <u>i</u> kanim/		
/r <u>e</u> y <u>b</u> Ay/	/f <u>a</u> lyni/		
/p <u>i</u> odal/	/z <u>e</u> onir/		
/p <u>a</u> salɔn/	/k <u>i</u> lazjir/		
/k <u>a</u> n <u>i</u> los/	/d <u>e</u> ekibal/		
/s <u>e</u> erodes/	/t <u>l</u> mo <u>x</u> at/		
/k <u>a</u> ndifeik/	/mɔlxidat/		
/p <u>a</u> rafok/	/k <u>o</u> mo <u>f</u> yt/		
/x <u>i</u> mnabθjak/	/pɔlkazid <u>m</u> /		

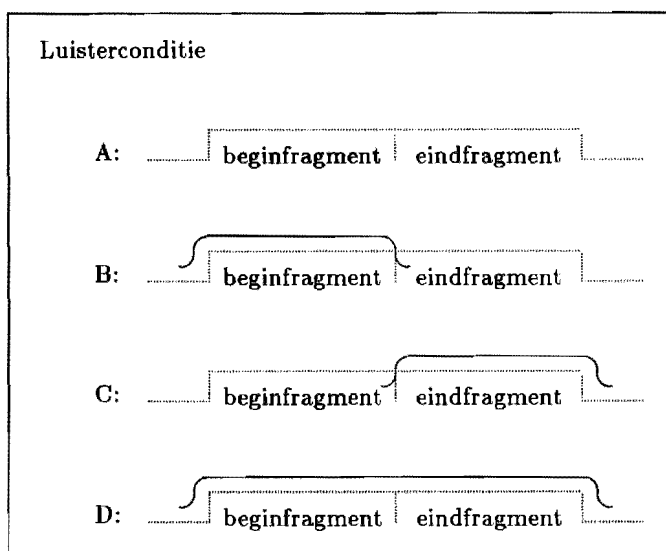
schilden in de wijze waarop roze ruis (3.0 dB/oct verzwakking) aan het signaal werd toegevoegd. De luistercondities waren: (A) het gehele woord zonder ruis, (B) het woordbeginfragment tot aan het herkenningspunt slecht verstaanbaar gemaakt door de toevoeging van ruis, (C) het wordeindfragment vanaf het herkenningspunt slecht verstaanbaar gemaakt door de toevoeging van ruis en (D) het gehele woord door toevoeging van ruis slecht verstaanbaar gemaakt. De ruis is op zo een manier toegevoegd dat er geen inzet- of afbreekgeluiden te horen waren. Bij luisterconditie B zette de ruis 20 ms voor het begin van het woord in en was op volle sterkte op het moment dat de stimulus begon. De ruis werd 10 ms voor het herkenningspunt verzwakt en was 10 ms na het herkenningspunt onhoorbaar. Bij luisterconditie C zette de ruis 10 ms voor het herkenningspunt in en was 10 ms na het herkenningspunt op volle sterkte. Op het moment dat het woord afgelopen was werd de ruis in 20 ms verzwakt zodat deze niet meer te horen was. In luisterconditie D zette de ruis 20 ms voor het woordbegin in, nam in sterkte toe en was bij het woordbegin maximaal. Bij het wordeinde werd de ruis in 20 ms onhoorbaar gemaakt. Onder alle luistercondities was de aan- en afloop van de ruis cosinusvormig. De signaalruisverhouding bepaald op basis van de maximale 'sample'-waarden van de oorspronkelijke woorden en het ruissignaal was 0 dB.

Deze bewerkingen resulteerden in vier versies voor elke testwoord en test-onzinwoord. Vullers, beginwoorden en begin-onzinwoorden zijn op dezelfde manier bewerkt met dien verstande dat van elk slechts één versie gerealiseerd werd. In figuur 4.1 wordt schematisch weergegeven hoe de ruis aan stimuli in de verschillende luistercondities is toegevoegd.

4.2.4 Geluidsbanden

4.2.4.1 Woord-herkenningstaak

Voor de woord-herkenningstaak zijn vier geluidsbanden aangemaakt. De eerste tien stimuli die op de geluidsbanden werden opgenomen waren de beginwoorden en dienden om de proefpersonen aan de experimentele omstandigheden te laten wennen. Daarna volgden in een quasi-toevallige volgorde de vullers en testwoorden. De volgorde waarop dit gebeurde was voor de vier stimulusbanden dezelfde. Bij het aanmaken van de geluidsbanden was er voor gezorgd dat elk testwoord en elke vuller één keer op elke band voorkwam. Ieder testwoord kwam echter op elk van de vier banden onder een andere luisterconditie voor. Omdat er 28 testwoorden waren kon er voor gezorgd worden dat bij de woorden elke luisterconditie zeven keer voorkwam op elke band. De vullers en beginwoorden werden steeds onder dezelfde luisterconditie op ieder van de vier banden opgenomen. Bij de beginwoorden en vullers kwam elk van de vier luistercondities tien keer op elke band voor.



Figuur 4.1: Een schematische weergave van de vier luistercondities A, B, C en D zoals gebruikt in de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak. Fragmenten zijn met onderbroken lijnen (- - -) weergegeven, de toegevoegde ruis wordt met een niet onderbroken lijn (—) voorgesteld.

4.2.4.2 Onzinwoord-waarnemingstaak

Ook voor de onzinwoord-waarnemingstaak zijn vier geluidsbanden aangemaakt. De eerste tien stimuli waren de begin-onzinwoorden en dienden om de proefpersonen aan de taak te laten wennen. Daarna volgden in quasi-toevallige volgorde de 56 test-onzinwoorden met fragmenten van de testwoorden en de tien vullers. De volgorde waarop dit gebeurde was voor de vier geluidsbanden gelijk. Test-onzinwoorden en vullers waren zo op de banden opgenomen dat ieder één keer op iedere band voorkwam. Elk test-onzinwoord werd op elk van de vier banden onder een andere luisterconditie opgenomen. Omdat er 56 test-onzinwoorden waren kon er voor gezorgd worden dat bij de test-onzinwoorden elke luisterconditie veertien keer op elke band voorkwam. De vullers en begin-onzinwoorden werden steeds onder dezelfde luisterconditie op ieder van de vier banden opgenomen. Er was voor gezorgd dat bij de begin-onzinwoorden en vullers samen de luistercondities op iedere band vijf keer voorkwamen.

Ter voorkoming van zogenaamde doordrukgeluiden werd bij het opnemen en afspelen van de stimulusbanden op een Revox A77 bandrecorder gebruik gemaakt van een DBX 117 ruisonderdrukker. Stimuli werden met een onderlinge pauze van 6 s op de banden opgenomen. Na iedere zes stimuli was een kort toontje

hoorbaar.

4.2.5 Proefpersonen en procedure

Aan dit experiment namen 48 proefpersonen deel, zij werden geworven op de Technische Hogeschool Eindhoven. Proefpersonen voerden eerst de onzinwoord-waarnemingstaak en daarna de woord-herkenningstaak uit. Beide taken werden individueel afgenomen in een IAC geluidsarme cabine. Proefpersonen kregen de stimuli over een koptelefoon, een Sennheiser HD 424, aangeboden. Responsies moesten op twee manieren gegeven worden. Zij moesten geschreven worden op een antwoordformulier en hardop uitgesproken worden waarbij zij op een geluidsband geregistreerd werden.

Bij de onzinwoord-waarnemingstaak was het de bedoeling dat de proefpersonen zo precies mogelijk weergaven wat zij meenden gehoord te hebben. In de instructie werd verteld dat zowel woorden als onzinwoorden gerespondeerd mochten worden. Bestond er twijfel over het gehoorde dan moest de responsie gegeven worden die volgens de proefpersoon het dichtst bij het gehoorde lag.

Bij de woord-herkenningstaak werd van de proefpersonen verlangd de woorden te responderen die zij meenden gehoord te hebben. Expliciet werd vermeld dat alleen bestaande Nederlandse woorden aangeboden zouden worden. In geval van twijfel over het gehoorde moest het volgens de proefpersoon meest waarschijnlijke woord gerespondeerd worden.

De vier banden van de onzinwoord-waarnemingstaak en de vier van de woord-herkenningstaak konden op zestien manieren met elkaar gecombineerd worden. Omdat er 48 proefpersonen aan het experiment deelnamen was het mogelijk elke combinatie van de geluidsbanden van onzinwoordwaarnemings- en woord-herkenningstaak aan drie proefpersonen aan te bieden.

Na afloop van de twee luistertaken werd aan de proefpersonen een lijst met woorden en onzinwoorden voorgelegd. De 28 woorden die op die lijst voorkwamen waren de 28 testwoorden van de woord-herkenningstaak. De 28 onzinwoorden waren de 20 vullers en begin-onzinwoorden uit de onzinwoord-waarnemingstaak en acht andere onzinwoorden. Het was de bedoeling dat de proefpersonen die lettercombinaties doorstreepten die zij niet als Nederlandse woorden kenden. Hierdoor zou later gecontroleerd kunnen worden of de aangeboden testwoorden ook allemaal door de proefpersonen gekend werden.

4.3 Resultaten

Na afloop van het experiment waren er van de woord-herkenningstaak 1344 en van de onzinwoord-waarnemingstaak 2688 responsies beschikbaar. Ook kon toen nagegaan worden of sommige van de testwoorden, die in de woord-herkenningstaak ter herkenning aangeboden waren, niet algemeen bij de proefpersonen bekend waren door de doorgestreepte lettercombinaties van de na afloop van de beide luistertaken voorgelegde lijst te inspecteren. Vier keer op een totaal

van 1344 oordelen bleek een woord doorgestreept te zijn. Dit was twee keer bij het woord RIDICUUL gebeurd en één keer bij de woorden LANTERFANT en KANVAS. Hier is in de verdere analyses geen rekening mee gehouden.

De verwerking van de responsies van de onzinwoordwaarnemings- en woordherkenningstaak verliep volgens de volgende procedure. Eerst werden de schriftelijke responsies, met verwaarlozing van de responsies op beginwoorden, begin-onzinwoorden en vullers, gescoord als correct of foutief. Voor die responsies waarbij onzekerheid bestond over de interpretatie, werd ook de mondelinge responsie, die beschikbaar was op een geluidsband, bij de beoordeling betrokken. Als ook dan nog onzekerheid over de interpretatie bestond werd de responsie als fout beoordeeld. Daarna werden de responsies per woord en per luisterconditie gesorteerd met verwaarlozing van de stimulusband en dus van de groep proefpersonen waarbij die responsies tot stand zijn gekomen.

4.3.1 De onzinwoord-waarnemingstaak

De onzinwoord-waarnemingstaak was in dit experiment opgenomen om de waarneembaarheid van woordbegin- en wordeindfragmenten te meten. Dit was nodig om na te kunnen gaan of de woordbegin- en wordeindfragmenten in vergelijkbare omstandigheden in ongeveer dezelfde mate waarneembaar waren. In 2% van alle responsies werd het testwoord gerespondeerd waarvan het woordbegin- of wordeindfragment afkomstig was. Om een indruk te krijgen van de invloed van de verschillende luistercondities op de waarneembaarheid is per luisterconditie de gemiddelde waarneembaarheid van de woordbegin- en wordeindfragmenten berekend. In tabel 4.3 worden deze gemiddelden gegeven.

Tabel 4.3: *Per luisterconditie voor de woordbegin- en wordeindfragmenten de percentages correcte waarnemingen in de onzinwoord-waarnemingstaak. Het percentage in elke cel is het gemiddelde van metingen bij 28 verschillende fragmenten. Elk fragment is door twaalf proefpersonen gehoord.*

Luister- conditie	Woordbegin- fragment	Wordeind- fragment	% Correct waargenomen fragmenten	
			Woordbegin	Wordeind
A	- ruis	- ruis	32	34
B	+ ruis	- ruis	1	32
C	- ruis	+ ruis	30	1
D	+ ruis	+ ruis	1	2

Tabel 4.3 laat zien dat de waarneembaarheid van de fragmenten, ongeacht de luisterconditie, laag is. Deze tabel biedt ons de mogelijkheid de waarneembaarheid van woordbegin- en wordeindfragmenten onder overeenkomstige luistercondities met elkaar te vergelijken. Zo kan bijvoorbeeld de waarneembaarheid van wordeindfragmenten onder luisterconditie C vergeleken worden

met de waarneembaarheid van woordbeginfragmenten onder luisterconditie B: aan de fragmenten waarin we geïnteresseerd zijn is ruis toegevoegd, het andere, toegevoegde, fragment is goed verstaanbaar gebleven. Zo kan ook de waarneembaarheid van het wordeindfragment onder luisterconditie B zinvol vergeleken worden met de waarneembaarheid van het woordbeginfragment onder luisterconditie C. Tabel 4.3 leert dan dat toevoeging van ruis aan een woordfragment de kans op correcte waarneming van dat fragment tot bijna .0 doet afnemen. Wordt geen ruis toegevoegd dan wordt het fragment in ongeveer eenderde van de gevallen correct waargenomen. Er lijkt geen verschil te zijn in de waarneembaarheid van woordbegin- en wordeindfragmenten. Dit werd bevestigd in een variantieanalyse met als 'tussen proefpersonen' factor positie: woordbeginfragmenten versus wordeindfragmenten en 'binnen proefpersonen' factor luisterconditie. Als afhankelijke variabele werd de arcsinus van de proportie correcte waarnemingen van een fragment ingevoerd. Er bleek geen significant effect van de factor positie te zijn ($F=0.27$, $df=1,54$, n.s.), de factor luisterconditie was significant ($F=18.96$, $df=3,52$, $p<.001$). Er was geen interactie tussen beide factoren ($F=0.85$, $df=3,52$, n.s.). Geconcludeerd wordt dat er geen verschil bestaat in de waarneembaarheid van woordbegin en wordeindfragmenten onder overeenkomstige luistercondities.

4.3.2 De woord-herkenningstaak

4.3.2.1 Percentages correcte responsies in de woord-herkenningstaak

Na afloop van het experiment waren van de 28 testwoorden metingen onder de vier luistercondities beschikbaar. Van deze luistercondities waren A, de woorden zonder ruis aangeboden, en D, de woorden geheel in ruis aangeboden, in het experiment opgenomen als referentiecondities. De responsies die onder luisterconditie A gegeven zijn, laten zien hoe goed de gebruikte difoonspraak te herkennen is. De responsies die onder luisterconditie D gegeven zijn, laten zien wat de herkenningkans van de woorden is als nagenoeg geen informatie over de afzonderlijke spraakklanken beschikbaar wordt gesteld. Luistercondities B en C maken het mogelijk na te gaan of informatie uit het woordbegin meer aan herkenning bijdraagt dan informatie uit latere delen van een woord. Als het zo is dat woordbegininformatie beter in staat is lexicale representaties aan te spreken dan informatie over latere delen van een woord omdat het herkenningproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan mag verwacht worden dat het percentage correcte responsies onder luisterconditie C hoger is dan onder luisterconditie B. Om na te kunnen gaan of er een verschil in herkenbaarheid van woorden onder luisterconditie B en C is zijn per luisterconditie gemiddeld over de woorden de herkenbaarheden berekend. In tabel 4.4 worden de resultaten hiervan gegeven.

Het eerste wat opvalt bij bestudering van tabel 4.4 is dat de herkenbaarheden van de woorden aanzienlijk hoger liggen dan de waarneembaarheden van de

Tabel 4.4: Gemiddeld over de testwoorden uit de woord-herkenningstaak per luisterconditie de percentages correcte herkenningen. Het percentage in elke cel is het gemiddelde van metingen bij 28 verschillende woorden. Elk woord is door twaalf proefpersonen gehoord.

Luisterconditie	Woordbeginfragment	Woordeindfragment	% Woorden correct
A	- ruis	- ruis	89
B	+ ruis	- ruis	54
C	- ruis	+ ruis	59
D	+ ruis	+ ruis	13

fragmenten van die woorden (tabel 4.3). De oorzaak hiervoor moet natuurlijk gezocht worden in de lexicale beperkingen die bij het herkennen van de woorden een rol spelen. Tabel 4.4 laat zien dat de toevoeging van ruis het percentage correcte responsies verlaagt. Tussen luistercondities B en C, respectievelijk toevoeging van ruis aan het woordbeginfragment en aan het woordeindfragment, blijkt nauwelijks een verschil in herkenbaarheid te bestaan. Onder beide luistercondities is de herkenbaarheid iets meer dan 50%. Dit betekent dat gemeten wordt in het gevoeligste gebied; verschillen tussen de metingen van luisterconditie B en C worden nu niet kunstmatig kleiner gemaakt zoals het geval zou zijn wanneer aan de uiteinden van de schaal gemeten wordt. Als het gehele woord met ruis gepresenteerd wordt dan is de herkenbaarheid bijzonder laag. Een éénwegvariantieanalyse met factor luisterconditie en afhankelijke variabele de arcsinus van de proportie correcte herkenningen liet zien dat het effect van de factor luisterconditie significant was ($F=36.34$, $df=3,108$, $p<.001$). Met een Student-Newman-Keuls procedure is gekeken tussen welke luistercondities de percentages correcte herkenningen significant verschilden. Er bleken tussen alle luistercondities behalve tussen luistercondities B en C significante verschillen te bestaan ($p<.05$). Ook in een test voor gepaarde waarnemingen van Wilcoxon bleek het verschil tussen de percentages herkenningen van de testwoorden onder luistercondities B en C niet significant te zijn ($Z=-0.60$, n.s.). Dit betekent dat de herkenbaarheid van woorden waarbij het woordbeginfragment door ruis slecht verstaanbaar gemaakt is niet significant verschilt van de herkenbaarheid van woorden waarbij het woordeindfragment door de toevoeging van ruis slecht verstaanbaar gemaakt is.

4.3.2.2 Klemtoonpositie en herkenbaarheid in de woord-herkennings-taak

In 4.2.1 is gezegd dat bij de testwoorden die in de woord-herkenningstaak ter herkenning zijn aangeboden de klemtoon niet even vaak op de verschillende lettergrepen valt. Het is mogelijk dat de positie van de klemtoon in wisselwerking

met de verschillende luistercondities mede de kans op herkenning van testwoorden in dit experiment heeft bepaald. Dit zou de resultaten van dit experiment beïnvloed kunnen hebben.

Indien de klemtoonpositie van een woord, eventueel in wisselwerking met de verschillende luistercondities, van invloed is op de herkenbaarheid daarvan dan zal dit zichtbaar gemaakt moeten kunnen worden door de herkenbaarheden van woorden met verschillende klemtoonposities met elkaar te vergelijken. Van de 28 testwoorden waren er vijf waarbij de klemtoonpositie en het herkenningspunt samenvielen, tien waarbij de klemtoon voor het herkenningspunt viel en dertien waarbij de positie van de klemtoon achter het herkenningspunt lag. In tabel 4.5 worden voor de woorden met de klemtoon voor het herkenningspunt en na het herkenningspunt de herkenbaarheden gegeven.

Tabel 4.5: Voor testwoorden uit de woord-herkenningstaak met de klemtoon voor het herkenningspunt en na het herkenningspunt de percentages correcte herkenningen per luisterconditie. Er waren tien woorden met de klemtoon voor en dertien met de klemtoon na het herkenningspunt. Elk woord is door twaalf proefpersonen gehoord.

Luister- conditie	Woordbegin- fragment	Woordeind- fragment	Plaats van de klemtoon t.o.v. het herkenningspunt	
			Voor	Na
A	- ruis	- ruis	84	90
B	+ ruis	- ruis	50	53
C	- ruis	+ ruis	45	61
D	+ ruis	+ ruis	7	15

Een variantieanalyse is uitgevoerd waarin de arcsinus van de proporties correcte herkenningen de afhankelijke variabele was en waarin de positie van de klemtoon ten opzichte van het herkenningspunt en de luisterconditie de factoren waren. Hoewel tabel 4.5 een invloed van de factor positie van de klemtoon suggereert bleek deze factor niet significant te zijn ($F=1.89$, $df=1,84$, $p=.173$). De factor luisterconditie was significant ($F=29.08$, $df=3,84$, $p<.001$). Er was geen interactie tussen beide factoren ($F=0.08$, $df=3,84$, n.s.). Hoewel een invloed van de factor positie van de klemtoon al dan niet in interactie met de factor luisterconditie, op de herkenbaarheid van de woorden niet uit te sluiten is, lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat die factor in dit experiment van ondergeschikt belang was.

4.3.2.3 Lexicale informatie in woordbegin- en wordeindfragmenten

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat de woorden uit de woordherkenningstaak onder luisterconditie C niet beter herkend werden dan onder

conditie B. Het lijkt erop dat dit verklaard moet worden uit het opheffen van de onzekerheid van de beschikbaar gestelde akoestische informatie in luisterconditie B. Toch is er nog een andere verklaring voor dit resultaat mogelijk.

Als de woordfragmenten uit de woord-herkenningstaak optimaal verstaanbaar zouden zijn geweest dan zou het correct waarnemen van één van beide fragmenten van een woord voldoende zijn om het correct te kunnen herkennen. De kwaliteit van de aangeboden spraak was niet optimaal omdat zij gemaakt was van difonen. Dit had tot gevolg dat de akoestische informatie over het woordbeginfragment of wordeindfragment onvoldoende was om het woord altijd correct te herkennen. Er werd verondersteld dat, hoewel onvoldoende, de akoestische signalen van het woordbegin- en het wordeindfragment evenveel informatie bevatten. Gemiddeld over alle woorden bleek dat de waarneembaarheid van de woordbegin- en wordeindfragmenten in overeenkomstige luistercondities hetzelfde was (zie 4.3.1).

Hoewel de waarneembaarheden van woordbegin- en wordeindfragmenten gemiddeld hetzelfde waren hoeft dit nog niet te betekenen dat zij gemiddeld evenveel lexicaal relevante informatie bevatten. Het is mogelijk dat er systematische verschillen zijn in de mate waarin woordbegin- en wordeindfragmenten onder overeenkomstige luistercondities woordkandidaten toestaan. Voorzichtigheid met het verbinden van conclusies aan de resultaten van dit experiment is daarom geboden.

Een eenvoudige toets voor deze alternatieve verklaring is door bij de fout-responsies na te gaan hoeveel verschillende woorden gerespondeerd zijn onder luistercondities B en C. Als blijkt dat het aantal verschillende woorden in de responsies op de woorden onder beide luistercondities systematisch verschilt zou dit een ondersteuning kunnen zijn voor deze alternatieve verklaring. Onder luisterconditie B bleken gemiddeld over alle woorden 2.6 verschillende woorden in de verwarringen voor te komen. Onder luisterconditie C bleken dit er 2.5 te zijn. Hieruit blijkt dat er geen verschil is in de mate waarin de woordbegin- en wordeindfragmenten van de testwoorden verschillende responsies toestaan. De resultaten van de woord-herkenningstaak kunnen niet uit dergelijke verschillen verklaard worden.

4.3.3 Verwarringen in de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak

In dit experiment zijn woorden slecht verstaanbaar gemaakt door over woordbeginfragmenten of wordeindeindfragmenten een grote hoeveelheid roze ruis te leggen. Het doel van deze bewerking was tweeledig. Enerzijds was het de bedoeling te verhinderen dat de spraakklanken van de betreffende woordfragmenten aan herkenning konden bijdragen en anderzijds was het de bedoeling er voor te zorgen dat er geen onzekerheid zou bestaan over de posities die de goed verstaanbare spraakklanken in het te herkennen woord innemen.

In hoeverre we er in geslaagd zijn te verhinderen dat er onzekerheid bestaat

over de plaats die een woordfragment, waarover geen ruis is gelegd, in het te herkennen woord inneemt is onderzocht door de lengte van de foutieve responsies die gegeven zijn in de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak te meten. De correcte responsies kunnen hiervoor niet gebruikt worden. Er is niet voor gekozen de lengte van de responsies uit te drukken in aantallen fonemen omdat een globale inspectie van de responsies duidelijk maakte dat willekeurig consonantklusters door enkele consonanten en enkele consonanten door consonantklusters vervangen zijn. De lengte van de responsies wordt daarentegen uitgedrukt in het aantal syllaben van de responsies.

Bij de lengtemetingen van de foutieve responsies die gegeven zijn in de onzinwoord-waarnemingstaak zijn de onvolledige responsies buiten beschouwing gelaten. Onder luisterconditie A, B, C en D was het percentage onvolledige responsies van het totale aantal responsies per luisterconditie (672) respectievelijk 2%, 9%, 8% en 32%. Bij de lengtemetingen van de foutieve responsies die gegeven zijn in de woord-herkenningstaak, zijn de onvolledige responsies en die responsies die geen Nederlandse woorden waren niet in de resultaten opgenomen. De onvolledige responsies en responsies die geen Nederlandse woorden waren maakten 8%, 20%, 15% en 34% van het totale aantal responsies (336) uit dat onder elk van de luistercondities A, B, C en D in de woord-herkenningstaak was gegeven. In tabel 4.6 en 4.7 worden de resultaten van de lengtemetingen bij de foutieve responsies uit de onzinwoord-waarnemingstaak en woord-herkenningstaak per lengte van de ter herkenning aangeboden woorden per luisterconditie gegeven.

Bij de foutieve responsies van de onzinwoord-waarnemingstaak komt 67% wat het aantal syllaben betreft met het gepresenteerde test-onzinwoord overeen. Bij de foutieve responsies die in de woord-herkenningstaak zijn gegeven blijkt 60% het zelfde aantal syllaben te bevatten als het testwoord. Dit betekent dat ook in die gevallen waarin afzonderlijke spraakklanken niet goed waargenomen konden worden de totale duur van de stimulus van invloed is op de selectie van de responsies.

Van de 28 testwoorden die in de woord-herkenningstaak ter herkenning aangeboden werden zijn er 23 zelfstandige naamwoorden. De overige zijn bijvoeglijke naamwoorden en bijwoorden. Om te zien in hoeverre de responsies die in de woord-herkenningstaak gegeven zijn wat woordsoort betreft overeenkomst vertonen met de aangeboden testwoorden is elke foutieve responsie in één van vijf woordsoortklassen ingedeeld. Die vijf woordsoortklassen zijn: I zelfstandige naamwoorden, II bijvoeglijke naamwoorden en bijwoorden, III functiewoorden, IV werkwoordsvormen en V eigennamen en uitroepen. In tabel 4.8 wordt per luisterconditie en per woordsoortklasse van het ter herkenning aangeboden testwoord het aantal foutieve responsies uit de woord-herkenningstaak in elk van de woordsoortklassen gegeven.

Uit tabel 4.8 is berekend dat 73% van de foutieve responsies in de woord-herkenningstaak wat woordsoortklasse betreft overeenkomt met het ter herkenning aangeboden testwoord. Voor testwoorden uit woordsoortklasse II, bijvoeglijke naamwoorden en bijwoorden, lijkt er een tendens te zijn om ook met zelf-

Tabel 4.6: De lengte van de foutieve responsies uit de onzinwoord-waarnemings-taak uitgezet tegen de lengte van de aangeboden test-onzinwoorden per luisterconditie. De lengte wordt uitgedrukt in syllaben. Onvolledige responsies zijn buiten beschouwing gelaten. Het totale aantal responsies per luisterconditie was 672.

Luister- conditie	Begin- fragment	Eind- fragment	Lengte van de stimuli	Lengte van de responsies				
				1	2	3	4	5
A	- ruis	- ruis	2	102	10			
			3	34	274	16		
			4					
B	+ ruis	- ruis	2	16	109	11		
			3	19	118	200	9	1
			4			5	6	
C	- ruis	+ ruis	2	18	99	16		
			3	16	120	215	18	
			4		6	7		
D	+ ruis	+ ruis	2	10	72	24	1	
			3	20	105	178	17	
			4			7	9	1

standige naamwoorden te responderen.

4.4 Discussie

In de woord-herkenningstaak bleken woorden even goed herkend te worden met een goed verstaanbaar woordbeginfragment als met een goed verstaanbaar wordeindfragment. Uit de resultaten van de onzinwoord-waarnemingstaak bleken woordbegin- en wordeindfragmenten onder overeenkomstige luistercondities dezelfde waarneembaarheden te hebben. Ook bleken woordbegin- en woord-eindfragmenten onder overeenkomstige condities in dezelfde mate woordkandidaten toe te laten.

Dit experiment was zo ontworpen dat het zoveel mogelijk overeenkwam met dat van Nootboom (1981). In het experiment van Nootboom bleken woorden beter herkend te worden als het woordbeginfragment aangeboden werd dan wanneer het wordeindfragment aangeboden werd. Wat leert ons het resultaat van dit experiment samen met dat van Nootboom over het woordherkenningsproces?

Net als in het experiment van Nootboom werd de bijdrage aan de herkenning door akoestische informatie over het woordbegin- en wordeindfragment vergeleken door spraakklanken uit één van beide fragmenten van een woord aan te bieden: dit komt overeen met de luistercondities B en C in dit experiment.

Tabel 4.7: De lengte van de foutieve responsies uit de woord-herkenningstaak uitgezet tegen de lengte van de ter herkenning aangeboden testwoorden per luisterconditie. De lengte wordt uitgedrukt in syllaben. Onvolledige responsies en responsies die geen Nederlandse woorden vormden zijn buiten beschouwing gelaten. Het totale aantal responsies per luisterconditie was 336.

Luister- conditie	Begin- fragment	Eind- fragment	Lengte van de stimuli	Lengte van de responsies				
				1	2	3	4	5
A	- ruis	- ruis	2	5				
			3	6				
			4					
B	+ ruis	- ruis	2	1	16			
			3		20	49	3	
			4			1		
C	- ruis	+ ruis	2	5	13	3		
			3	2	20	37	7	1
			4					
D	+ ruis	+ ruis	2	8	26	11	1	
			3	5	37	66	17	
			4	5 2 1				

Tabel 4.8: Verdeling van de foutieve responsies uit de woord-herkenningstaak over verschillende woordsoortklassen per luisterconditie. Vijf woordsoortklassen zijn onderscheiden: I zelfstandige naamwoorden, II bijvoeglijke naamwoorden en bijwoorden, III functiewoorden, IV werkwoordsvormen en V eigennamen en uitroepen. Onvolledige responsies zijn buiten beschouwing gelaten. Het totale aantal responsies per luisterconditie was 336.

Luister- conditie	Begin- fragment	Eind- fragment	Woordsoortklasse van de stimuli	Woordsoortklasse van de responsies				
				I	II	III	IV	V
A	- ruis	- ruis	I	9				
			II	1				
B	+ ruis	- ruis	I	52	7	1	3	12
			II	13	2			
C	- ruis	+ ruis	I	64	12	2		4
			II	4	2			
D	+ ruis	+ ruis	I	134	12	1	17	
			II	11	3	1		

In het experiment van Nootboom werd daartoe alle akoestische informatie van het andere fragment weggelaten, in dit experiment werd dat fragment zeer slecht verstaanbaar gemaakt door er ruis aan toe te voegen. Uit de resultaten van de onzinwoord-waarnemingstaak blijkt dat de spraakklanken in het fragment waaraan ruis is toegevoegd nagenoeg niet identificeerbaar waren.

Er waren echter twee belangrijke verschillen tussen de twee experimenten. In tegenstelling tot het experiment van Nootboom bestond er in dit experiment geen onzekerheid over de ontwikkeling van de aangeboden akoestische informatie in de tijd. Zoals in de inleiding uiteengezet bestond die onzekerheid wel in het experiment van Nootboom in de conditie dat akoestische informatie van het wordeindfragment aangeboden werd. Dit betekent dat er evidentie is dat het resultaat van dat eerdere experiment verklaard kan worden uit specifieke taakvereisten en niet uit een universele eigenschap van het herkenningsproces. Zou het herkenningsproces namelijk de eigenschap hebben dat het gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie over latere delen van een woord dan hadden we dit ook moeten vinden in het laatste experiment.

Er is echter nog een verschil tussen de experimenten. In dit experiment zijn de stimuli gemaakt van difonen en bestonden zij niet uit opnamen van natuurlijke spraak. Dit was gedaan om 'plafondeffecten', die het onmogelijk zouden maken verschillen in de bijdrage aan de herkenning van woordbegin- en wordeindfragmenten te meten, te voorkomen. Nu kan tegengeworpen worden dat het gebruik van difoonspraak onbedoeld een andere strategie van woordherkenning aan de luisteraars heeft opgedrongen. Deze andere strategie zou er verantwoordelijk voor moeten zijn dat in dit experiment geen groter belang van woordbegininformatie is gevonden. Er zijn twee redenen waarom dit niet aannemelijk is. Ten eerste zou dit betekenen dat het woordherkenningsproces niet altijd en overal het gevoeliger is voor woordbegininformatie. Er zijn dan twee verklaringen voor het herkennen van spraak onder verschillende condities, één voor het verstaan van goed verstaanbare spraak en één voor het verstaan van slecht verstaanbare spraak, dit is niet erg zuinig. Ten tweede is het onderscheid tussen goed verstaanbare en slecht verstaanbare spraak wellicht te kunstmatig. In de spraakherkenning van alledag komt het vaak voor dat woorden herkend moeten worden met onvolledige informatie. Voorbeelden hiervan zijn het herkennen van woorden in lawaaiige omgevingen en via telefoonlijnen. Ook kunnen woorden slecht gearticuleerd of gefluisterd zijn of moet spraak herkend worden met een beschadigd of door andere oorzaken slecht functionerend gehoor. Zo bezien blijkt het herkennen van goed verstaanbare woorden minder vaak voor te komen dan in eerste instantie aangenomen.

Geconcludeerd wordt dat akoestische informatie van latere delen van een woord evenveel als woordbegininformatie tot herkenning kan bijdragen wanneer aan twee voorwaarden voldaan wordt. Die voorwaarden zijn: (1) het woord moet niet herkend zijn voordat de akoestische informatie van latere delen ervan beschikbaar komt want anders is het triviaal dat wordeindinformatie niet aan herkenning bijdraagt en, (2) er mag geen onzekerheid bestaan over de positie die

de beschikbare akoestische informatie in een complete versie van het te herkennen woord zou innemen.

In het volgende hoofdstuk zal ingegaan worden op de consequenties van deze conclusie voor de interpretatie van de resultaten van de experimenten uit hoofdstuk 2 en 3. Ook zullen dan de resultaten van de besproken experimenten in een breder perspectief geplaatst worden.

Hoofdstuk 5

Algemene discussie en conclusies

In dit laatste hoofdstuk zal bekeken worden in hoeverre de experimenten waarvan in de voorgaande hoofdstukken verslag is gedaan ons in staat stellen de vraag te beantwoorden die in het eerste hoofdstuk is geformuleerd. Daarna zal onderzocht worden of de gerapporteerde resultaten in strijd zijn met resultaten van anderen. Tot slot zullen deze bevindingen geïnterpreteerd worden en in een breder perspectief worden geplaatst.

5.1 De vraag

In hoofdstuk 1 hebben we ons afgevraagd of akoestische informatie over het woordbegin voor het herkenningproces van groter belang is dan informatie over latere delen van een woord. In de hoofdstukken die daarop volgden is dit voor een aantal categorieën van woorden onderzocht. De resultaten van de experimenten waarin CVC-woorden en langere gelede woorden ter herkenning werden aangeboden lieten niet toe deze vraag met zekerheid te beantwoorden. Het experiment waarin langere monomorfematische woorden ter herkenning werden aangeboden bood wel uitsluitsel. De resultaten van dat experiment lieten zien dat, als aan bepaalde voorwaarden voldaan wordt, informatie over latere delen van woorden evenveel aan herkenning bij kan dragen als informatie over het woordbegin. De voorwaarden waaraan voldaan moet worden zijn: (1) dat op basis van de tot dan toe beschikbare akoestische informatie het woord nog niet uniek in het lexicon te identificeren is en (2) dat er geen onzekerheid bestaat over de positie die de binnenkomende informatie in het te herkennen woord inneemt. Dit betekent dat in het woordherkenningproces niet a priori meer gewicht wordt toegekend aan woordbegininformatie dan aan informatie over latere delen van een te herkennen woord. Nu dit is vastgesteld bij de herkenning van langere monomorfematische woorden zullen we opnieuw nagaan wat de consequenties zijn van deze resultaten en de bijbehorende verklaring, voor de interpretatie van de resultaten van de experimenten met CVC-woorden en gelede woorden. Dit zal in de volgende paragrafen bekeken worden.

5.1.1 Nogmaals CVC-woorden

In hoofdstuk 2 is een experiment besproken waarin CVC-woorden ter herkenning werden aangeboden. De resultaten van dat experiment gaven geen aanleiding om te veronderstellen dat het herkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor wordeindinformatie. Dit werd ondersteund door het feit dat de proporties verschillende responsies voorspeld konden worden vanuit een model waarin alle beschikbare informatie evenveel aan de herkenning bijdraagt. Dit model was voorgesteld (Bouwhuis, 1979; Bouwhuis & Bouma, 1979) voor de herkenning van gedrukte drieletterwoorden.

De mogelijkheid werd echter opgehouden dat CVC-woorden, door hun korte duur, kwalitatief anders dan langere woorden herkend worden. Dit resultaat sluit daarom niet uit dat bij de herkenning van langere woorden, juist door hun langere duur, gevonden zou kunnen worden dat aan woordbegininformatie wèl meer gewicht wordt toegekend.

Uit het experiment met langere monomorfematische woorden dat in hoofdstuk 4 is besproken blijkt dat informatie over latere delen van een woord evenveel tot herkenning kan bijdragen als informatie over het woordbegin. Akoestische informatie over het laatste deel van een woord kan net zo goed tot herkenning leiden zolang het woord niet herkend is en als duidelijk is op welk deel van het te herkennen woord de beschikbare akoestische informatie betrekking heeft. CVC-woorden kunnen pas herkend worden nadat alle akoestische informatie, dus ook die van het wordeinde, beschikbaar is gekomen. In het experiment waarin de CVC-woorden herkend moesten worden was het akoestische signaal steeds compleet en bestond er geen onzekerheid over de positie die de akoestische informatie in het te herkennen woord in zou nemen. Gezien de resultaten van het experiment uit hoofdstuk 4 is het niet vreemd dat gevonden is dat bij de herkenning van CVC-woorden vroege akoestische informatie in dezelfde mate kan bijdragen aan herkenning als akoestische informatie over latere delen van een CVC-woord. Gegeven deze resultaten is er geen reden om te veronderstellen dat er verschillende herkenningsprocessen aan de herkenning van beide categorieën woorden ten grondslag liggen.

5.1.2 Nogmaals gelede woorden

In hoofdstuk 3 is ingegaan op de herkenning van gesproken gelede woorden. In dat hoofdstuk is een experiment besproken waarin stammorfemen al dan niet in combinatie met affixen ter herkenning werden aangeboden. In het bijzonder waren we geïnteresseerd in de bijdrage aan de herkenning van goed verstaanbare akoestische informatie voorafgaand aan het stammorfeem (een prefix) in vergelijking tot de bijdrage aan de herkenning van goed verstaanbare akoestische informatie volgend op hetzelfde stammorfeem (een suffix). Uit het experiment bleek dat de toevoeging van een goed verstaanbaar prefix aan een stammorfeem gemiddeld niet tot meer correcte herkenningen leidde dan toevoeging van een goed verstaanbaar suffix.

Hoewel dit resultaat opgevat kan worden als een aanwijzing dat informatie over latere delen van een woord evengoed tot herkenning bij kan dragen als woordbegininformatie hebben we ons afgevraagd of dit resultaat niet ook te verklaren zou kunnen zijn uit een bijzondere wijze waarop gelede woorden in het mentale lexicon worden aangesproken. Er zijn aanwijzingen dat gelede woorden pas herkend worden nadat de affixen gescheiden zijn van het stammorfeem: 'affixstripping' (Taft & Forster, 1975). Omdat aanwijzingen voor 'affixstripping' alleen gevonden zijn bij verbuigingen en niet bij afleidingen (zie 3.1) zijn zo weinig mogelijk verbuigingen in het stimulusmateriaal van dat experiment opgenomen. Hierdoor werd het aannemelijk dat de ter herkenning aangeboden woorden niet door 'affixstripping' maar op dezelfde wijze als monomorfematische woorden herkend zouden worden. Toch kon niet uitgesloten worden dat door het gelede karakter van de test-woorden iets als 'affixstripping' een rol heeft gespeeld bij het herkennen van de woorden. Overigens is het idee van 'affixstripping' nog punt van discussie. Hoewel aangetoond is dat kennis over het ontleden van morfologisch gelede woorden in het mentale lexicon aanwezig is, is het niet zeker dat die kennis bij het herkennen van gelede woorden, in de vorm van 'affixstripping', gebruikt wordt (Henderson, Wallis & Knight, 1984; Henderson, 1985; Gibson & Guinet, 1971; Segui & Zubizarreta, 1985; Bergman, Eling & Hudson, te verschijnen).

Achteraf kunnen we constateren dat het resultaat van het experiment met gelede woorden uit hoofdstuk 3 in overeenstemming is met de resultaten behaald met langere monomorfematische woorden in hoofdstuk 4. Het wordt hierdoor meer aannemelijk dat er sprake is van eenzelfde woordherkenningsproces bij de herkenning van gelede en langere monomorfematische woorden. Omdat er geen onzekerheid bestaat over de plaats die de goed verstaanbare akoestische informatie over het laatste deel van het woord in het te herkennen woord zou moeten innemen en omdat die informatie over het algemeen nodig is om het woord in het mentale lexicon te isoleren kan die informatie, net als in het experiment met de langere monomorfematische woorden, evenveel bijdragen aan herkenning. Gegeven onze experimentele resultaten is het niet noodzakelijk aan te nemen dat in het algemeen affixen en stammorfemen gescheiden worden voordat een lexicale representatie geactiveerd is. Dit sluit natuurlijk niet uit dat 'affixstripping' in bepaalde gevallen, bijvoorbeeld bij verbuigingsvormen wel voor de herkenning plaatsvindt.

5.2 Andere onderzoeken

De resultaten van de experimenten waarvan in deze studie verslag is gedaan hebben geen aanwijzingen opgeleverd dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor informatie uit het woordbegin dan voor wordeindinformatie. Zijn deze resultaten nu in strijd met de resultaten van anderen die geïnterpreteerd werden als ondersteuning van de hypothese dat informatie uit het woordbegin van meer

gewicht is voor de herkenning dan informatie uit latere delen van een woord? Deze vraag zal hier beantwoord worden door de resultaten van die onderzoeken naast de in deze studie gerapporteerde te leggen. Dit zal in twee gedeelten gebeuren: eerst zullen onderzoeken op het gebied van auditieve woordherkenning besproken worden, daarna onderzoeken op verwante gebieden.

5.2.1 Ander onderzoek op het gebied van spraakherkenning

Uit veel onderzoeken op het gebied van auditieve woordherkenning blijkt dat woorden herkend kunnen worden voordat het woord in het geheel heeft geklonken (Cole & Jakimik, 1978; Cole, Jakimik & Cooper, 1978; Cole & Jakimik, 1980a, 1980b; Grosjean, 1980; Marslen-Wilson & Tyler, 1981; Cotton & Grosjean, 1984; Marslen-Wilson, 1984; Ottevanger, 1986; Marslen-Wilson, 1987). Vaak blijkt informatie over het woordbegin al voldoende om het woord te kunnen herkennen; informatie over latere delen van een woord is dan voor herkenning eigenlijk niet meer nodig. Anderzijds is gebleken dat onjuiste informatie in het woordbegin, bijvoorbeeld doordat een foneem verkeerd gerealiseerd wordt zodat een ander foneem klinkt, de herkenning meer vertraagt en vaker opgemerkt wordt dan onverenigbare informatie later in het woord. Dit werd opgevat als ondersteuning voor de hypothese dat representaties in het lexicon het gevoeligst zijn voor woordbegininformatie en resulteerde in onder andere de formulering van de cohorttheorie. Toch zijn deze resultaten anders te interpreteren dan dat het woordherkenningsproces het gevoeligst is voor woordbegininformatie. In sommige van die onderzoeken werden woorden in kontekst ter herkenning aangeboden, in andere werden de woorden in isolatie ter herkenning aangeboden. In al die onderzoeken was de aangeboden spraak van goede kwaliteit. Dit betekent dat de spraakklanken die vanaf het moment dat het woord begon te klinken beschikbaar kwamen onmiddellijk en effectief gebruikt konden worden om het aantal woordkandidaten te reduceren. Door de redundantie van het spraakgeluid (zie 1.2) zal het vaak voorkomen dat na enige tijd nog maar één woord uit het lexicon past bij de binnenkomende akoestische informatie en dus herkend zal worden. Informatie die later beschikbaar komt, uit het wordeinde, kan dan niet meer bijdragen aan herkenning. Hoewel de genoemde experimenten aantonen dat bij spraak van goede kwaliteit informatie uit het begin van een woord vaak voldoende kan zijn om woorden uniek in het lexicon te identificeren, betekent dit nog niet dat in het woordherkenningsproces informatie uit het woordbegin bruikbaar is dan informatie uit het laatste deel van een woord. In de genoemde experimenten is dat niet onderzocht.

De onafhankelijke bijdrage van woordbegin- en wordeindinformatie aan de herkenning van een woord is wel onderzocht door Salasoo en Pisoni (1985). Ook in een experiment van Nootboom (1981), dat hier niet zal worden besproken omdat het in hoofdstuk 4 uitvoerig aan de orde is gekomen, werd de mate waarin woordbegin- en wordeindinformatie aan herkenning bijdroegen vergeleken. In

de experimenten van Salasoo en Pisoni werd de bijdrage aan herkenning door akoestische informatie van het woordbegin en het wordeinde volgens een variant op het 'gating' paradigma (Grosjean, 1980; Cotton & Grosjean, 1984) gemeten. In tegenstelling tot de methode die door Grosjean gevolgd werd, meer of minder weglaten van latere akoestische informatie, vervingen zij meer of minder van het akoestische signaal van een woord door amplitude volgende ruis. Zij gingen na hoeveel, in ms uitgedrukt, van het oorspronkelijke signaal, van voor naar achter of van achter naar voor werkend, (zonder dat het door ruis vervangen was) aanwezig moest zijn om het woord te kunnen herkennen. Het bleek dat minder akoestische informatie over het woordbegin dan over het wordeinde, aanwezig hoefde te zijn om het woord te kunnen herkennen. Het verschil in duur van de signalen was ongeveer 50 ms. Salasoo en Pisoni interpreteerden dit resultaat als evidentie voor de uitzonderlijke plaats die woordbegininformatie in het herkenningsproces inneemt. Toch hoeft dit resultaat niet te betekenen dat het herkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor wordeindinformatie. Uit de beschrijving van het experiment van Salasoo en Pisoni blijkt niet dat minder akoestische informatie over het woordbegin uitgedrukt in ms ook betekent dat er minder lexicaal relevante informatie aangeboden hoefde te worden om het woord te kunnen herkennen. Het is mogelijk dat de duur van de spraakklanken in het woordbegin gemiddeld korter was dan aan het wordeinde. Ook is het mogelijk dat de segmentele informatie aan het woordbegin van hun stimuli minder woordkandidaten toeliet dan de segmentele informatie aan het wordeinde van gelijke duur. Geconcludeerd wordt dat de resultaten van de experimenten van Salasoo en Pisoni niet in strijd hoeven te zijn met de in deze studie gerapporteerde resultaten.

In onderzoek naar de illusie dat een volledig woord gehoord wordt als een spraakklank vervangen is door een andersoortig geluid, rapporteerde Samuel (1981a, 1981b, 1987) aanwijzingen gevonden te hebben voor een grotere gevoeligheid van het herkenningsproces voor klanken uit het woordbegin dan voor spraakklanken later uit een woord. In zijn experimenten presenteerde hij aan proefpersonen woorden die op twee verschillende manieren bewerkt konden zijn. In sommige woorden was een foneem vervangen door een andersoortig geluid, bij andere woorden was andersoortig geluid toegevoegd aan een foneem. De positie in het woord van het foneem dat gemanipuleerd werd verschilde. Mogelijke posities waren in het begin, in het midden en aan het eind van het woord. Woorden werden onder drie verschillende condities aangeboden: in isolatie, in een 'priming'-conditie en in een kontekst-conditie. In de 'priming'-conditie werd het bewerkte woord voorafgegaan door een onbewerkte versie van het zelfde woord. In de kontekst-conditie werden de bewerkte woorden in zinnen ingebed die in meer of mindere mate het bewerkte woord voorspelbaar maakten. De taak van de proefpersonen was te zeggen of er andersoortig geluid toegevoegd was aan de gepresenteerde woorden of dat een spraakklank vervangen was door een niet-spraakgeluid. De responsies van de proefpersonen werden volgens een signaal-detectiemethode geanalyseerd. Onder de 'priming'-conditie en

de kontekst-conditie vond Samuel dat het onderscheidingsvermogen van de proefpersonen afnam naarmate het gemanipuleerde foneem zich verderop in het woord bevond. Onder de conditie waarin de woorden in isolatie werden aangeboden vond hij dat het onderscheidingsvermogen van de proefpersonen niet varieerde als functie van de positie van het gemanipuleerde foneem. Ondanks de afwijkende uitkomst bij de woorden die in isolatie werden gepresenteerd vatte Samuel de uitkomsten van dit experiment op als ondersteuning van de hypothese dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor woordbegininformatie dan voor informatie uit latere delen van het woord. Een enigszins andere interpretatie van de uitkomsten van dit experiment is mogelijk. De resultaten wijzen erop dat onder die condities waaronder woordkandidaten al in enige mate geactiveerd zijn, bijvoorbeeld door 'priming' of voorafgaande kontekst, slechts informatie vroeg uit de woorden aangewend wordt voor verificatiedoeleinden. Informatie later uit de woorden is daarvoor niet meer nodig. Zijn woorden nog niet geactiveerd, zoals onder de conditie waarin woorden in isolatie aangeboden werden, dan is informatie later uit het woord van even groot belang als woordbegininformatie. Zou bij het aanspreken van lexicale representaties aan informatie vroeg uit het woord meer gewicht worden toegekend dan aan informatie laat uit het woord dan had verwacht mogen worden dat het onderscheidingsvermogen, d', af zou nemen naarmate het gemanipuleerde foneem zich verder van het woordbegin af zou bevinden.

Door Slowiaczek, Nusbaum en Pisoni (1987) is in een 'priming'-experiment, van een andere soort dan die van Samuel, onderzoek gedaan naar de activatie van woordkandidaten. In dat experiment boden zij aan luisteraars slecht verstaanbaar gemaakte woorden aan die voorafgegaan werden door goed verstaanbare woorden of onzinwoorden (de 'primes'). Systematisch varieerden zij de mate waarin de 'prime' wat betreft fonemen met het doelwoord overeenkwam. De 'prime' kon in meerdere of mindere mate met het begin van het doelwoord overeenkomen of kon in meerdere of mindere mate met het laatste deel van het doelwoord overeenkomen. De overlap varieerde van nul tot vier (alle) fonemen. Slowiaczek en anderen stelden dat volgens de cohorttheorie verwacht mocht worden dat als 'primes' met het begin van de te herkennen woorden zouden overeenkomen dit ten goede zou komen aan de herkenning van de doelwoorden. Zouden 'primes' echter alleen wat betreft fonemen met de laatste delen van de doelwoorden overeenkomen, dan zou volgens hun interpretatie van de cohorttheorie dit niet van invloed mogen zijn op de herkenning. De onderzoekers vonden echter dat de herkenning van woorden verbeterde als 'primes' wat betreft fonemen met het doelwoord overeenkwamen ongeacht of de overeenkomstige fonemen zich vooraan of achteraan het doelwoord bevonden. Zij zijn van mening dat dit het grote belang dat de cohorttheorie aan het woordbegin hecht ter discussie stelt. De resultaten van Nooteboom (1981) en Salassoo en Pisoni (1985) interpreteerden zij als in overeenstemming met de door hun gerapporteerde resultaten. Vervolgens concludeerden de auteurs dat de cohorttheorie tekort schiet in het verklaren van deze resultaten omdat in die experimenten bleek dat het

mogelijk is woorden te herkennen ook al ontbrak woordbegininformatie, iets wat volgens een strikte opvatting van de cohorttheorie onmogelijk is. De auteurs geven echter geen verklaring voor de aanwijzingen die in de genoemde onderzoeken gerapporteerd zijn voor een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor woordbegininformatie. Het resultaat van het experiment van Slowiaczek en anderen sluit aan bij onze interpretatie van hetgeen in het woordherkenningsproces gebeurt. De 'primes' die zij in hun experiment hadden gebruikt waren zo geconstrueerd dat de spraakklanken die 'prime' en doelwoord gemeen hadden op de zelfde positie in de klankvorm van 'prime' en doelwoord voorkwamen. Dit betekent dat de spraakklanken van de 'prime', indien die in een of meer fonemen met het doelwoord overeenkomt, ook voor een deel passen bij de lexicale representatie van het doelwoord; het langs elkaar leggen levert geen problemen op. Dat ook akoestische informatie van de 'prime' die beschikbaar komt als het doelwoord niet meer herkend kan worden toch van invloed is op de latere herkenning van het doelwoord zou er op kunnen wijzen dat het idee van een cohort niet juist is. Ook woordkandidaten die door de reeds binnen gekomen akoestische informatie uitgesloten zijn, volgen blijkbaar nog steeds de binnenkomende stroom informatie of kunnen daar nog steeds door worden aangesproken.

Tot slot zal hier nog het onderzoek van Ringeling (1984) besproken worden. Ringeling vond dat bij de herkenning van CVC-woorden meer belang gehecht wordt aan de beginconsonant dan aan de eindconsonant. Dit is niet in overeenstemming met onze bevindingen bij CVC-woorden zoals die in hoofdstuk 2 gerapporteerd zijn. Ringeling vergeleek de waarnemingskansen van consonanten van CVC-woorden en CVC-onzinwoorden per positie. De waarnemingskansen van beginconsonanten bleken bij CVC-woorden nauwelijks groter dan bij CVC-onzinwoorden. De waarnemingskansen van de eindconsonanten bij CVC-woorden bleken wel veel groter dan bij CVC-onzinwoorden. Dit vatte hij op als evidentie dat woordbegininformatie van groter belang is voor de herkenning dan woord-eindinformatie. Het is echter niet uit te sluiten dat dit resultaat veroorzaakt werd door systematische verschillen in de waarneembaarheid van de eindconsonanten van de woorden en onzinwoorden. De verschillende beginconsonanten kwamen even vaak bij woorden en onzinwoorden voor. Dit was niet het geval bij de eindconsonanten. Ook kan dit resultaat veroorzaakt zijn doordat, gerelateerd aan het aantal consonanten dat in het Nederlands aan het begin en eind van een CVC-woord voor kan komen, het lexicon minder verschillende consonanten aan het eind van een CVC-woord toelaat dan aan het begin van een CVC-woord. Zo beschouwd blijken de resultaten van Ringeling niet als ondersteuning voor een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor woordbegininformatie geïnterpreteerd te hoeven worden.

Resultaten van anderen die voort zijn gekomen uit onderzoek naar de herkenning van spraak en die opgevat zijn als aanwijzingen voor een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor informatie uit het woordbegin dan voor informatie later uit het woord zijn hier besproken. Bij nadere beschouwing van die

onderzoekingen op dit punt blijkt enig voorbehoud bij die interpretatie op zijn plaats. De genoemde onderzoekingen blijken geen reden te geven om aan woordbegininformatie in het herkenningsproces een bijzondere plaats in te ruimen. We kunnen concluderen dat de resultaten van dit onderzoek misschien wel in tegenspraak zijn met de interpretatie van de resultaten van onderzoek van anderen maar niet met de resultaten van die onderzoekingen zelf.

5.2.2 Onderzoek op verwante gebieden

Naast studies op het gebied van auditieve woordherkenning zijn er ook wat onderwerp betreft verwante onderzoekingen die de suggestie gewekt hebben dat woordbegininformatie in het bijzonder geschikt is om lexicale representaties aan te spreken. Het gaat hier om versprekingen, het zogenaamde 'Tip-Of-the-Tongue' (TOT) fenomeen en visuele woordherkenning. Eigenlijk kunnen de resultaten van die onderzoekingen niet opgevat worden als strijdig met de hier gepresenteerde resultaten omdat zij niet over de herkenning van gesproken woorden handelen. Toch zullen zij hier besproken worden omdat er wellicht aanwijzingen in te vinden zijn die ons inzicht verdiepen in de wijze waarop gesproken woorden herkend worden.

5.2.2.1 Versprekingen en het TOT-fenomeen

Onderzoek naar versprekingen (Tweney, Tkacz & Zaruba, 1975; Fay & Cutler, 1977) en het TOT-fenomeen (Brown & McNeill, 1966; Browman, 1978, 1980) heeft de indruk versterkt dat woordbegininformatie een prominente plaats inneemt in het aanspreken van lexicale representaties. Met het TOT-fenomeen (Tip of the Tongue) worden die situaties bedoeld waarin de spreker zich bewust is een woord te kennen maar het op dat moment niet correct weet uit te spreken. Systematisch bestuderen van versprekingen, die in een ander dan het bedoelde woord resulteerden, leidde er toe twee soorten versprekingen te onderscheiden (Fay & Cutler, 1977), namelijk versprekingen die wat klank betreft op het doelwoord lijken en versprekingen die qua klank niet op het doelwoord lijken maar een semantische relatie met dat woord vertonen. Bij de eerste soort bleek de klankvorm die door de verspreking ontstond vaker met het begin van het doelwoord overeen te komen dan met andere delen van het doelwoord. Uit het onderzoek naar het TOT-fenomeen bleek dat sprekers die zich in een dergelijke toestand bevonden vaker meer wisten over de klanken waarmee het woord begon dan over de klanken van andere delen van het doelwoord.

Het TOT-fenomeen en versprekingen kunnen ons niet zozeer iets vertellen over de herkenning van woorden maar wel over de wijze waarop woorden in het lexicon opgeslagen liggen of aangesproken worden. Bij de productie van spraak kan onderscheid gemaakt worden tussen de intentie een bepaald woord door spreken te realiseren en het vinden van de articulatorische specificatie van dat woord. Bij de perceptie van spraak zijn het aanspreken van representaties van

klankvormen in het lexicon (fonologische representaties) door akoestische informatie en het beslissen welk woord uit het lexicon het beste past te onderscheiden. Bestaat er voor elk woord in het mentale lexicon een articulatorische en een fonologische representatie of vallen beide soorten representaties samen? Als er inderdaad articulatorische en fonologische representaties te onderscheiden zijn in het mentale lexicon dan is het niet noodzakelijk dat fouten in de productie van spraak ons iets kunnen vertellen over de perceptie van spraak. Hier zal echter verondersteld worden, zoals Fay en Cutler gedaan hebben, dat articulatorische en fonologische representaties samenvallen. Dit maakt het mogelijk versprekingen en het TOT-fenomeen te relateren aan de herkenning van gesproken woorden.

Fay en Cutler veronderstelden dat woorden van links naar rechts, van woordbegin naar wordeind, fonologisch gerepresenteerd zijn. En wel zo dat de representaties van woorden die met dezelfde klanken beginnen en die in de klankvorm op elkaar lijken, dicht bij elkaar liggen. Dit levert voordelen op voor het spreken. Zij lieten zien dat deze veronderstellingen door de door hen bestudeerde versprekingen ondersteund werden. Versprekingen zouden dan veroorzaakt worden doordat soms het maken van verbinding tussen betekenis en klankvorm niet goed lukt. Er wordt dan wel gespecificeerd in welke deelverzameling fonologische representaties het uit te spreken woord gevonden kan worden maar de precieze bepaling van de bedoelde representatie loopt mis. Dit heeft tot gevolg dat een ander in de klankvorm verwant woord uitgesproken wordt. Omdat representaties van woorden die wat betreft beginklanken op elkaar lijken dicht bij elkaar liggen is de kans groot dat het gerealiseerde woord wat betreft beginklanken met het bedoelde woord overeen komt.

Bij het TOT-fenomeen doet zich een vergelijkbare situatie voor. Ook hier is er een probleem bij het contact maken tussen een item uit het lexicon en de fonologische representaties. In het lexicon is het doelwoord geactiveerd, er is kennis over de betekenis ervan en de relatie met andere woorden voorhanden. Het vinden van de juiste fonologische representatie lukt echter niet. Dat het mogelijk is tijdens een TOT-toestand woorden te geven die in klankvorm lijken op het doelwoord, toont aan dat er wel iets bekend is over de fonologische representatie van het doelwoord. Het feit, dat de woorden die gegeven worden als in klankvorm gelijkend op het doelwoord, over het algemeen meer met de beginklanken dan met de klanken van andere delen van het doelwoord overeenkomen, is een extra ondersteuning van de veronderstelling dat representaties van links naar rechts en geordend naar beginklanken in het lexicon zijn georganiseerd.

De in deze studie gerapporteerde resultaten sluiten aan bij de resultaten van onderzoek naar versprekingen en het TOT-fenomeen en de daaruit volgende suggestie dat fonologische representaties van woorden van links naar rechts in het lexicon gerepresenteerd zijn. Als de mentale representaties van woorden die aangesproken worden in het herkenningsproces van gesproken woorden ook van vroeg naar laat opgeslagen zijn verklaart dat waarom er onzekerheid kan bestaan over de plaats die akoestische informatie uit latere delen van een gesproken woord in het te herkennen woord in moet nemen als woordbegininformatie onbreekt en

niet vervangen is door een potentiëel maskerend geluid. Ook is dan duidelijk dat die onzekerheid niet kan bestaan over akoestische informatie uit het woordbegin, althans als woorden in isolatie aangeboden worden. In dat geval zal de vroegste informatie met recht in contact gebracht worden met eerste delen van representaties van woorden in het lexicon.

5.2.2.2 Visuele woordherkenning

Een belangrijk verschil tussen het herkennen van gedrukte woorden en van gesproken woorden is dat bij de herkenning van gedrukte woorden, althans als zij niet al te lang zijn, alle informatie ineens voor het herkenningsproces beschikbaar komt. Het lijkt niet onredelijk te verwachten dat bij de herkenning van gedrukte woorden hiervan gebruik gemaakt wordt. Als dit zo is en als die informatie als één geheel gebruikt wordt om representaties van woorden in het lexicon aan te spreken, dan zou verwacht mogen worden dat het proces van het herkennen van gedrukte woorden niet gevoeliger is voor woordbeginletters dan voor letters verderop uit de reeks. Zoals in 1.3 gemeld, is er evidentie dat bij herkenning van gedrukte woorden de beginletters van groter gewicht zijn.

De uitkomsten van een aantal experimenten waarin gedrukte woorden ter herkenning werden aangeboden terwijl de visuele informatie onvolledig was waren in strijd met deze gedachtengang (bv. Bruner & O'Dowd, 1958; Broerse & Zwaan, 1966; Eriksen & Eriksen, 1974). In deze onderzoeken werd de bijdrage van verschillende delen van de letterreeks aan de herkenning van gedrukte woorden bestudeerd. Dit werd gedaan door begin- of eindletters weg te laten en de posities van de weggelaten letters door punten te markeren (Broerse & Zwaan, 1966) of door de positie van opeenvolgende letters te verwisselen (Bruner & O'Dowd, 1958). Uit de onderzoeken bleek dat woorden makkelijker in het lexicon geïdentificeerd konden worden als de beginletters aanwezig waren dan als letters verderop uit de reeks aangeboden werden. Dit werd opgevat als ondersteuning van de gedachte dat woordbegininformatie van uitzonderlijk belang is voor het isoleren van een woord in het mentale lexicon.

Om de consequenties van de resultaten van deze onderzoeken voor de herkenning van gesproken woorden te kunnen beoordelen is het noodzakelijk een idee te hebben over de wijze waarop gedrukte woorden herkend worden. In het bijzonder gaat het erom hoe woorden gelezen worden indien de visuele informatie op een of andere wijze misvormd is. Er zijn tenminste twee mogelijkheden waarop het spellingsbeeld van gedrukte woorden contact kan maken met items in het lexicon (Henderson, 1982; Seidenberg, Waters, Barnes & Tanenhaus, 1984). Eén mogelijkheid is dat de visuele informatie als één geheel visuele representaties aanspreekt, b.v. zoals beschreven in het model van Rumelhart en McClelland (1982). Een andere mogelijkheid is dat de aangeboden letterreeks eerst intern omgezet wordt in een fonologisch equivalent. Met dit fonologisch equivalent is het vervolgens mogelijk fonologische representaties van woorden in het mentale lexicon aan te spreken. Zonder in te willen gaan op de discussies die hierover gevoerd

worden, kan gesteld worden dat in een situatie waarin er een overvloed is aan visuele informatie, bijvoorbeeld wanneer onder goede omstandigheden gelezen wordt, het toegang hebben tot het lexicon via visuele representaties van woorden voordelen biedt. Anderzijds zijn er situaties denkbaar waarin het wellicht voordelen biedt om voor de beschikbare visuele informatie een fonologische equivalent aan te maken. Een dergelijk voordeel zou behaald kunnen worden als het niet direct mogelijk blijkt gedrukte woorden te herkennen via de visuele representaties, bijvoorbeeld omdat delen van de letterreeks ontbreken. Omdat voor de aangehaalde onderzoeken geldt dat de visuele informatie op een of andere manier onvolledig is wordt er hier van uitgegaan dat fonologische hercodering plaatsvindt om tot herkenning te kunnen komen. We veronderstellen dat het fonologisch equivalent dezelfde fonologische representaties kan aanspreken die ook bij de herkenning van gesproken woorden geactiveerd worden. De beslissing welk woord bij de aangeboden reeks letters hoort, zal dan kunnen verlopen langs hetzelfde beslissingsproces dat een rol speelt bij de herkenning van gesproken woorden. De onderzoeken zullen nu in meer detail worden bekeken.

Uit het experiment van Broerse en Zwaan bleek dat proefpersonen meer woorden die bij de stimulusinformatie pasten, op konden noemen als de beginletters gegeven waren dan wanneer de eindletters gegeven waren. Dit was zo ondanks het feit dat in het experiment gemiddeld meer woorden bij gegeven wordeindletters mogelijk waren dan bij gegeven woordbeginletters. Broerse en Zwaan verbonden hieraan de conclusie dat woordbegininformatie van groter belang is om woorden in het mentale lexicon aan te spreken dan wordeindinformatie. Hoe is dit in overeenstemming te brengen met onze zienswijze? In het geval letters van het wordeinde ontbreken zal het fonologisch equivalent, dat ontstaat door de omzetting van letters naar klanken, een verzameling fonologische representaties aanspreken waarin ook die van het te herkennen woord voorkomt. Het is mogelijk dat de aangeboden letters zoveel informatie bevatten dat het fonologisch equivalent slechts één woord als responsie toelaat: het doelwoord. Indien het fonologisch equivalent nog meerdere woorden als responsie toestaat zal zich daaronder ook het doelwoord bevinden. Wanneer slechts wordeindletters beschikbaar zijn en de overige door puntjes vervangen zijn zal het omzetten van de visuele informatie naar een fonologisch equivalent tot problemen leiden. Immers het lijkt niet waarschijnlijk dat in de fonologische hercodering de puntjes aan het begin van het woord omgezet kunnen worden naar ongespecificeerde klanken. De informatie over de positie van de letters in de letterreeks gaat hierbij dus verloren. Er bestaat dan onzekerheid over de positie die de klanken in het te herkennen woord moeten innemen. Hierdoor zal het moeilijker worden fonologische representaties aan te spreken wat tot gevolg heeft dat het isoleren van een responsie zal worden vertraagd. Er zal een kleiner aantal responsies gegeven worden.

In het onderzoek van Bruner en O'Dowd werden gedrukte woorden ter herkenning aangeboden waarbij twee opeenvolgende letters in de letterreeks verwisseld waren. De verwisseling kon vooraan in de letterreeks, in het midden of aan het

eind hebben plaatsgevonden. Gemeten werd de tijd die nodig was om het woord te responderen. Bruner en O'Dowd vonden dat verwisseling van twee letters aan het begin van een woord de herkenning ervan het meest bemoeilijkte. Daarnaast bleek verwisseling van de eindletters de herkenning meer te bemoeilijken dan die van letters uit het midden van de reeks. Bruner en O'Dowd gaven als een mogelijke verklaring van dit resultaat dat de beginletters van de woorden die zij hadden gebruikt de meeste informatie bevatten. Verwisseling van de beginletters zou dan betekenen dat minder informatie beschikbaar is om het woord te herkennen dan in het geval letters verderop in de letterreeks verwisseld worden. Dit resultaat kan ook verklaard worden als de redenering, die gegeven is bij de interpretatie van de resultaten van het experiment van Broerse en Zwaan, gevolgd wordt. Indien de beginletters van een gedrukt woord verwisseld zijn zal het fonologisch equivalent een verzameling fonologische representaties aanspreken waarin die van het te herkennen woord niet voorkomt. Het herkenningproces zal hierdoor meer gehinderd worden dan wanneer letters verderop in de reeks verwisseld zijn omdat het te herkennen woord dan wel voorkomt in de verzameling fonologische representaties die door het woordbegin worden aangesproken. Dus ook als de letters van een woord, ongeacht de positie die zij in de letterreeks innemen, even informatief zijn is te verwachten dat verwisseling van woordbeginletters herkenning meer bemoeilijkt dan verwisseling van letters verderop in de reeks.

In experimenten van Eriksen en Eriksen (1974) was het de taak van proefpersonen visueel gepresenteerde woorden uit te spreken waarvan één letter tot maximaal 500 ms later werd gepresenteerd. De gepresenteerde woorden waren Engelse vierletterwoorden. De letter die later gepresenteerd werd kon de eerste, tweede, derde of vierde van een woord zijn. Het uitspreken van de woorden bleek het meest vertraagd te worden als de eerste letter van een woord later beschikbaar werd gesteld. Dit resultaat werd bij elk van de drie experimenten gevonden en benadrukt het grote belang van de beginletter voor de verwerking van het gehele woord. Eriksen en Eriksen interpreteerden dit resultaat zo dat de proefpersonen gebruik hebben gemaakt van hun kennis over de schrift-spellingrelaties. Deze kennis kan pas gebruikt worden om lexicale representaties aan te spreken als ook informatie over het woordbegin beschikbaar is. We kunnen hiervoor dezelfde verklaring geven die ook gegeven is voor de problemen die zich voordoen bij het herkennen van woorden waarvan de beginklanken ontbreken. Onzekerheid over de plaats van de beschikbaar komende informatie in het te herkennen woord bemoeilijkt het aanspreken van fonologische representaties in het lexicon. Indien letters op de tweede of latere posities vertraagd worden aangeboden bestaat die onzekerheid niet en kunnen na een omzetting van schrift naar klanken lexicale representaties wel effectief worden aangesproken. Er is dan ook geen reden om te veronderstellen dat in de herkenning van gedrukte woorden een groter gewicht wordt toegekend aan beginletters dan aan letters laat uit een woord.

Er is geprobeerd de herkenning van gedrukte woorden in verband te brengen met die van gesproken woorden. Daarbij is verondersteld dat dezelfde fonologische representaties betrokken kunnen zijn bij het herkennen van gedrukte

en gesproken woorden. De resultaten van onderzoek naar de herkenning van gedrukte woorden, met incomplete informatie of informatie die pas later beschikbaar komt, doet vermoeden dat de herkenning kan verlopen door het genereren van een fonologisch equivalent van de aangeboden letterreeks. Indien beginletters ontbreken doet zich dezelfde onzekerheid voor als bij de herkenning van gesproken woorden waarbij akoestische informatie aan het woordbegin verdwenen is. Het kunnen reconstrueren van het aantal letters dat aan het begin van een woord ontbreekt, bijvoorbeeld doordat op de plaatsen waar letters ontbreken punten gedrukt staan, blijkt onvoldoende om die onzekerheid op te heffen. Wellicht is het onmogelijk om in het genereren van een fonologisch equivalent deze informatie effectief te gebruiken. Er wordt daarom geconcludeerd dat de resultaten van onderzoek naar de herkenning van gedrukte woorden en waarin het belang van de beginletters tot uiting kwam niet in strijd hoeven te zijn met de resultaten uit deze studie.

5.3 Stimulusinformatie en het mentale lexicon

In onze opvatting van het herkennen van gesproken woorden worden twee processen onderscheiden. In het eerste maakt stimulusinformatie op een of andere manier contact met fonologische representaties in het lexicon. In het tweede wordt op basis van zo weinig mogelijk binnengekomen informatie beslist welk woord uit een verzameling woordkandidaten als responsie beschikbaar komt. Als goed verstaanbare ter herkenning aangeboden woorden voldoende lang zijn zal het kunnen gebeuren dat de selectie van een responsie plaats kan vinden voordat het woord geheel heeft geklonken. Wat nu volgt heeft voornamelijk betrekking op het eerstgenoemde proces: hoe fonologische representaties van woorden in het mentale lexicon aangesproken worden.

In de experimenten die in de voorgaande hoofdstukken zijn besproken werden woorden ter herkenning aangeboden waarvan sommige delen van de akoestische informatie niet goed op segmentbasis te interpreteren waren. In een groot aantal gevallen leidde dit tot verwarringen in de responsies. Uit de resultaten van die experimenten is geconcludeerd dat, *ceteris paribus*, goed verstaanbare akoestische informatie over het laatste deel van een woord even vaak tot correcte herkenning kan leiden als goed verstaanbare akoestische informatie aan het woordbegin. Met andere woorden het woordherkenningsproces bleek niet gevoeliger voor goed verstaanbare woordbegininformatie dan voor wordeindinformatie.

Dit is geen triviale constatering. Het is een vrij algemeen aanvaard standpunt dat representaties in het mentale lexicon makkelijker aangesproken worden door de spraakklanken waarmee zij beginnen dan door spraakklanken uit andere delen van de klankvormen (Fay & Cutler, 1977; Cole & Jakimik, 1978; Cole, Jakimik & Cooper, 1978; Garrett, 1978; Marslen-Wilson & Welsh, 1978; Cole & Jakimik, 1980a, 1980b; Marslen-Wilson, 1980, 1984). Dit hoeft niet te betekenen dat theorieën waarin er vanuit gegaan wordt dat woorden via hun woordbegin

herkend worden, zoals bv. de cohorttheorie van Marslen-Wilson, onjuist zijn.

De wijze waarop we onze bevindingen in overeenstemming kunnen brengen met een bepaalde interpretatie van cohorttheorie-achtige opvattingen van het woordherkenningsproces, heeft te maken met de zekerheid die luisteraars moeten hebben over de positie van het binnenkomend spraakmateriaal in de klankvormen van woordkandidaten, willen zij dat spraakmateriaal efficiënt kunnen gebruiken in de herkenning. We hebben immers geconstateerd dat als die zekerheid ontbreekt, zoals in het experiment van Nootboom (1981) het geval was voor stimuli bestaande uit eindfragmenten van woorden, de woordherkenning daaronder te lijden heeft. Deze stimuli verschilden van de corresponderende stimuli in het experiment dat werd beschreven in hoofdstuk 4 van deze studie vooral daarin dat in het laatste geval het beginfragment van het woord niet zo zeer ontbrak als wel zó zwaar gemaskeerd was door ruis dat vrijwel geen spraakklanken er in geïdentificeerd konden worden. Kennelijk bevatte dit sterk verruiste woordbegin toch voldoende gegevens om de luisteraar te kunnen helpen het niet verruiste wordeinde efficiënt te kunnen gebruiken. Hoe dat mogelijk is kunnen we als volgt verklaren.

We gaan er van uit dat de sterk verruiste akoestische woordbeginfragmenten in ons experiment positieve (en geen negatieve) informatie bevatte voor alle spraakklanken en combinaties van spraakklanken die aan het begin van een woord kunnen voorkomen. Onder ruis kan immers iedere spraakklank of spraakklankcombinatie verscholen zitten. Zo een verruist woordbegin zal dus alle woordkandidaten in het mentale lexicon gelijkelijk aanspreken. Dus in plaats van een cohort dat bestaat uit bijvoorbeeld alle klankvormen die beginnen met /fa:/ (of enig ander woordbegin), is er een cohort dat bestaat uit alle klankvormen in het lexicon. We nemen nu aan dat, voor ieder van de klankvormen, op grond van de duur van het binnenkomend verruiste spraakgeluid en wellicht ook op grond van de nog zwak door de ruis waarneembare temporele informatie over de onder die ruis verscholen spraakklankeenvolging, bijgehouden wordt hoe ver in de klankvorm de stimulus is doorgedrongen. Dus als het stimuluswoord /fa:mili/ was, en het verruiste /fa:m/ heeft geklonken, dan is iedere woordkandidaat in het lexicon gespits op stimulusinformatie met betrekking tot de tweede klinker. Wordt dan, doordat midden in die klinker de ruis wegvalt, een /i/ identificeerbaar, dan blijft plotseling nog maar een cohort van woordkandidaten over die alle de klinker /i/ in hun tweede lettergreep hebben. Daarna kan dit cohort op de gebruikelijke wijze snel uitdunnen door de verder binnenkomende goed identificeerbare stimulusinformatie. Doordat de luisteraars de mogelijkheid gekregen hebben, ondanks het ontbreken van goed identificeerbare spraakklanken in het woordbegin, toch de stimulus in de tijd te volgen en aan te leggen tegen alle mogelijke woordkandidaten, kan het wél goed identificeerbare wordeinde efficiënt gebruikt worden in het woordherkenningsproces. Dit proces hoeft niet anders te verlopen dan gesuggereerd door onderzoekers zoals Marslen-Wilson (1980, 1984, 1987), Cole en Jakimik (1980a), Marcus (1981, 1984) McClelland en Elman (1986) en anderen. In een herziene versie van de cohorttheorie (Marslen-

Wilson, 1987) zijn vanaf het moment dat een woord begint te klinken zowel positieve als negatieve informatie bij het aanspreken van lexicale representaties betrokken. Het niet passen van woordbegininformatie bij een lexicaal item sluit niet meer uit dat dat item toch herkend kan worden. Binnen de hier geschetste opvatting van het woordherkenningsproces, is het belang van de aanwezigheid van het akoestische woordbegin vooral dat dit luisteraars in staat stelt bij te houden welk deel van woordkandidaten aangesproken moet worden door welk deel van de binnenkomende stimulusinformatie. Gezien de uitkomsten van onze experimenten is er geen reden om aan te nemen dat daarnaast ook nog eens het woordherkenningsproces meer gevoelig zou zijn voor woordbegininformatie dan voor wordeindinformatie.

Natuurlijk werd hierboven van een uitzonderlijk geval uitgegaan. Het zal vaker voorkomen dat akoestische informatie van een gesproken woord slecht gedefinieerd en door willekeurige toevoeging van stoorgeluiden als het ware verbrokken is. Toch zal ook dan het aanspreken van fonologische representaties in het lexicon door de stimulusinformatie in essentie op dezelfde wijze kunnen verlopen. Waar het om gaat, is dat ook akoestische informatie die niet goed gedefinieerd is en verschillende fonetische interpretaties toestaat, aan herkenning bij kan dragen zolang onvoldoende informatie aanwezig is om het woord in het lexicon te isoleren en zolang duidelijk is bij welk deel van de fonologische representatie van het te herkennen woord het zou moeten passen. Natuurlijk sluit dit niet uit dat verwarringen gerespondeerd worden, maar dat heeft betrekking op het tweede proces: het beslissen welke woordkandidaat gerespondeerd moet worden.

5.4 Besluit

In deze studie stond de vraag centraal of het woordherkenningsproces gevoeliger is voor akoestische informatie uit het woordbegin dan voor informatie uit latere delen van een woord. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn slecht verstaanbare woorden in isolatie ter herkenning aangeboden. Uit de resultaten van de experimenten die besproken zijn blijkt dat alle beschikbare informatie zinvol in het herkenningsproces gebruikt kan worden. Voorwaarde is dat geen onzekerheid bestaat over de positie die binnenkomende akoestische informatie in het te herkennen woord in zou moeten nemen. Dit betekent dat het woordherkenningsproces niet alleen onder goede luisteromstandigheden optimaal de beschikbare informatie weet te benutten zoals door veel onderzoekers is betoogd maar ook wanneer het akoestische signaal verstoord of anderszins verminkt is op de meest efficiënte wijze met de beschikbare informatie omgaat.

Veel vragen kunnen nog gesteld worden. Zo is onduidelijk welke informatie nu precies de onzekerheid heeft weg genomen waardoor het mogelijk werd woorden zo goed te herkennen op basis van hun eindfragment zoals in het experiment van hoofdstuk 4 is gevonden. Toekomstig onderzoek zou er daarom op gericht

kunnen zijn uit te zoeken welke aspecten van het akoestische signaal aangeven dat gestart is met het uitspreken van een woord en wat de minimale voorwaarden zijn waaraan akoestische informatie moet voldoen om informatie over latere delen van een woord effectief aan herkenning te kunnen laten bijdragen. Zo zou bijvoorbeeld een experiment uitgevoerd kunnen worden waarin in de plaats van het toevoegen van ruis aan het woordbeginfragment het woordbeginfragment vervangen wordt door witte of roze ruis van gelijke duur als het verwijderde fragment. Ook zou dan gekeken kunnen worden wat het effect is van verlenging van de toegevoegde ruis. Als de verstaanbare akoestische informatie ook dan nog met succes gebruikt kan worden zou dat een aanwijzing zijn dat woorden niet via hun woordbegin aangesproken hoeven te worden. Tot slot kan nog genoemd worden dat onduidelijk is of inderdaad de 'verbrokkelde' spraak zoals die in 5.3 genoemd wordt in principe even bruikbaar is als onvolledige akoestische informatie die een geheel vormt.

Samenvatting

Het doel van het onderzoek waarvan in dit proefschrift verslag wordt gedaan was de kennis van de processen die aan de herkenning van gesproken woorden ten grondslag liggen te vermeerderen. In het bijzonder ging het er in dit onderzoek om inzicht te krijgen in de mate waarin het woordherkenningsproces gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor spraakklanken uit het eind van een woord. Door het doen van een aantal experimenten is in dit onderzoek getracht deze vraag te beantwoorden.

In het eerste hoofdstuk wordt uiteengezet dat het spraakgeluid dat de luisteraar beschikbaar staat om woorden te herkennen vaak redundant is. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen redundantie op drie niveaus: op het niveau van afzonderlijke spraakklanken, op fonotactisch niveau en op lexicaal niveau. Vervolgens wordt in dat hoofdstuk beschreven welke aanwijzingen er in de literatuur te vinden zijn die er toe geleid hebben dat veel onderzoekers veronderstellen dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor spraakklanken later uit een woord. De cohorttheorie van Marslen-Wilson (Marslen-Wilson & Welsh, 1978) is een modelmatige uitwerking van dit idee. Het bleek echter mogelijk de in de literatuur gerapporteerde resultaten anders te verklaren dan uit een grotere gevoeligheid van het woordherkenningsproces voor spraakklanken uit het begin dan voor spraakklanken uit latere delen van een woord. Zo bleek dat vooral bij langere woorden de spraakklanken uit het eerste deel van een woord vaak al voldoende informatie bevatten om het woord te kunnen herkennen; spraakklanken later uit het woord kunnen dan niet meer bijdragen aan herkenning ervan. De resultaten van onderzoek waarin gesproken woorden herkend moesten worden waarvan spraakklanken uit het begin of eind van het woord onhoorbaar waren, konden ook anders geïnterpreteerd worden dan als aanwijzingen voor een speciale rol in het herkenningsproces van spraakklanken uit het begin van een woord. Het bleek ook mogelijk die resultaten te verklaren uit de aan- of afwezigheid van onzekerheid die luisteraars hadden over de positie die de hoorbare spraakklanken in het te herkennen woord in zouden moeten nemen. Het hoofdstuk besluit tenslotte met een schets van de volgende hoofdstukken.

In het tweede hoofdstuk wordt ingegaan op de herkenning van woorden van de vorm medeklinker-klinker-medeklinker (CVC). Deze woorden zijn interessant omdat zij in vergelijking tot langere woorden op lexicaal niveau weinig redundant zijn. Als in een experiment gevonden wordt dat spraakklanken uit het begin van dergelijke woorden meer aan herkenning bijdragen dan spraakklanken aan het eind dan is dit een sterke aanwijzing voor een speciale rol in het herkenningsproces van spraakklanken uit het begin van een woord. Er is daarom een herkenningsexperiment met CVC-woorden uitgevoerd. Om te kunnen beoordelen of afgezien van fonotactische beperkingen, spraakklanken uit het begin van een CVC-woord meer aan herkenning bijdragen dan spraakklanken uit het eind van een CVC-woord is een model uit het domein van de visuele woordherken-

ning gebruikt (Bouwhuis, 1979; Bouwhuis & Bouma, 1979). De cohorttheorie kon hier niet voor gebruikt worden omdat die geen kwantitatieve voorspellingen toelaat. Om de proporties correcte herkenningen en verwarringen van een aangeboden CVC-woord vanuit het zogenaamde 'Bouwhuismodel' te kunnen voorspellen dienen de verwarringskansen van de fonemen in hun positie in het CVC-woord bekend te zijn. Daarnaast moet er een schatting van de woordenschat van de luisteraars beschikbaar zijn. Twee taken zijn daarom aan het experiment toegevoegd om respectievelijk de verwarringskansen van de fonemen en de woordenschat van de proefpersoen te kunnen bepalen. Het experiment leverde geen aanwijzingen op dat spraakklanken uit het begin van een CVC-woord meer aan herkenning bijdragen dan spraakklanken uit het eind van een CVC-woord. Geconcludeerd werd dat er geen reden is om te veronderstellen dat het woordherkenningsproces gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor spraakklanken uit het eind van een woord. Er kan niet uitgesloten worden dat in de herkenning van langere woorden de spraakklanken uit het begin van een woord wel een speciale rol spelen.

Op de herkenning van langere gelede woorden wordt ingegaan in hoofdstuk drie. In dat hoofdstuk wordt een experiment besproken waarin woorden van vier verschillende typen zijn gepresenteerd. Deze woorden waren aan de hand van de resultaten van een aparte lexicaal decisietaak zo gekozen dat verondersteld mocht worden dat zij ongeveer in dezelfde mate bij taalgebruikers beschikbaar zijn. De onderscheiden woordtypen waren éénlettergrepige stammorfemen, dezelfde stammorfemen gecombineerd met een voorvoegsel (prefix), dezelfde stammorfemen gecombineerd met een achtervoegsel (suffix) en dezelfde stammorfemen gecombineerd met zowel een prefix als een suffix. Van deze woorden was het stammorfeem steeds slecht te verstaan en waren de eventuele toevoegingen goed verstaanbaar. Verwacht werd dat het toevoegen van pre- en/of suffixen de herkenbaarheid van de woorden ten goede zou komen en wel meer naarmate de toevoegingen informatiever zijn. Daarnaast werd verondersteld dat als het herkenningsproces gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor spraakklanken later uit een woord, woorden met een prefix beter herkend zouden worden dan woorden met een suffix. Uit de resultaten van dat experiment bleek dat woorden beter herkend werden naarmate de eventuele toevoegingen meer lexicaal relevante informatie bevatten. Er bleek echter geen verschil in de herkenbaarheid te bestaan tussen woorden die gevormd waren door aan stammorfemen prefixen toe te voegen en woorden die gevormd waren door suffixen toe te voegen. Geconcludeerd werd dat in de herkenning van gelede woorden het herkenningsproces niet gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor spraakklanken later uit een woord. Het was op dat moment niet zeker dat deze conclusie gegeneraliseerd mocht worden naar de herkenning van ongelede woorden omdat niet uitgesloten kon worden dat het resultaat van dit experiment mede het gevolg was van de wijze waarop gelede woorden in het herkenningsproces verwerkt worden.

De herkenning van langere ongelede woorden (monomorfematische woor-

den) staat centraal in hoofdstuk vier. De aanwijzingen die voorhanden zijn dat spraakklanken uit het begin van een woord een speciale rol spelen in de herkenning van gesproken woorden zijn voor een deel afkomstig van experimenten waarin proefpersonen woorden moesten proberen te herkennen terwijl slechts een begin- of eindeel van de woorden hoorbaar was. In dit hoofdstuk wordt een experiment besproken dat op dergelijke experimenten geïnspireerd is. In tegenstelling tot de eerdere onderzoeken werd er zorg voor gedragen dat er geen onzekerheid kon bestaan over de positie die de te horen spraakklanken in het te herkennen woord in zouden moeten nemen. In een aparte waarnemingstaak werd vastgesteld dat begin- en einddelen van de gegeven woorden ongeveer dezelfde verstaanbaarheid hadden. De hypothese was dat als het herkenningproces het meest gebaat is bij spraakklanken uit het begin van een woord, woorden beter herkend zouden worden als begindelen gepresenteerd worden dan als slechts einddelen hoorbaar zouden zijn, al het overige gelijk blijvend. De resultaten waren niet in overeenstemming met deze voorstelling van zaken: woorden werden even goed herkend als de begindelen hoorbaar waren als wanneer de einddelen gegeven werden. Geconcludeerd werd daarom dat ook in de herkenning van monomorfematische woorden het herkenningproces niet gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor klanken later uit een woord.

In het laatste hoofdstuk worden de resultaten van de experimenten uit de vorige drie hoofdstukken samengenomen en wordt gesteld dat spraakklanken later uit een woord evenveel aan herkenning bij kunnen dragen als spraakklanken uit het woordbegin als aan twee voorwaarden voldaan wordt: (1) het woord moet nog niet herkend zijn op het moment dat spraakklanken later uit een woord hoorbaar worden, want anders is het triviaal dat die spraakklanken niet aan herkenning ervan bij kunnen dragen en, (2) er mag geen onzekerheid bestaan over de plaats die de verstaanbare spraakklanken in het te herkennen woord in zouden moeten nemen. Geconcludeerd werd daarom dat het woordherkenningproces niet gevoeliger is voor spraakklanken uit het begin van een woord dan voor spraakklanken later uit een woord. Vervolgens is bekeken of de resultaten van ander onderzoek op het gebied van de herkenning van gesproken woorden en verwant onderzoek zoals bijvoorbeeld onderzoek naar visuele woordherkenning en naar versprekingen, in strijd is met de gerapporteerde bevindingen. Er is geprobeerd aannemelijk te maken dat de resultaten van die andere onderzoeken in overeenstemming zijn met de hier beschreven opvatting over de wijze waarop woorden herkend worden.

Summary

The aim of the research reported on in this thesis was to increase our knowledge of the processes underlying the recognition of spoken words by humans. More in particular, the object was to gain insight into the degree to which the word-recognition process is more sensitive to word-initial than to word-final speech sounds. In a number of experiments an attempt has been made to answer this question.

The first chapter demonstrates that the speech signal available to the listener to recognize words is often redundant. Redundancy is here distinguished on three levels: on the level of separate speech sounds, on the phonotactic level and on the lexical level. Subsequently the chapter describes what indications are to be found in the literature which have led many researchers to suppose the word-recognition process to be more sensitive to speech sounds from the beginning of a word than to speech sounds later in the word. Marslen-Wilson's cohort theory (Marslen-Wilson & Welsh, 1978) is an elaboration of this notion. However, it has proved possible to account for the results reported in the literature without assuming the word-recognition process to be more sensitive to speech sounds from the beginning than to speech sounds from later parts in the word. Especially in the case of longer words the speech sounds from the first part of a word often turned out to contain enough information to recognize the word; speech sounds occurring later in the word then no longer contribute to its recognition. Also the results of research in which spoken words had to be recognized whose initial and final speech sounds were inaudible, need not be interpreted as indications for a special role in the recognition process of speech sounds from the beginning of words. These results could also be explained from the presence or absence of uncertainty listeners had about the position in the word to be recognized of the speech sounds that were audible. The chapter concludes with a sketch of the following chapters.

The second chapter goes into the recognition of words of the structure consonant-vowel-consonant (CVC). These words are of interest because they contain little redundancy on the lexical level as compared to longer words. If in an experiment it is found that speech sounds at the beginning of such words contribute more to recognition than speech sounds at the end, then this is a strong indication for a special role in the recognition process of speech sounds from the beginning of a word. Therefore a recognition experiment with CVC words has been performed. In order to be able to judge if, apart from phonotactic limitations, speech sounds from the beginning of a CVC word contribute more to recognition than speech sounds from the end of a CVC word, a model from the field of visual word recognition has been used (Bouwhuis, 1979; Bouwhuis & Bouma, 1979). The cohort theory could not be used for this purpose because it does not permit quantitative predictions. To be able to predict the proportions of correct recognitions and confusions of a CVC word from the so-called 'Bouwhuis-model', the confusion probabilities of phonemes in their position in

the CVC word must be known. In addition, an estimate of the listeners' vocabulary size must be available. Therefore two tasks were added to the experiment to determine the confusion probabilities of the phonemes and the subjects' vocabulary size. The experiment produced no indications that speech sounds from the beginning of a CVC word contribute more to recognition than speech sounds from the end of a CVC word. It was concluded that there was no reason to suppose the word-recognition process to be more sensitive to speech sounds from the beginning of a word than to speech sounds from the end of a word. The possibility that in the recognition of longer words the speech sounds from the beginning of a word do play a special role cannot be excluded.

Chapter three concentrates on the recognition of longer poly-morphematic words. An experiment is discussed in which words of four different types are presented. On the basis of the results of a separate lexical decision task these words had been chosen in such a way that it was reasonable to assume that they were available to language users to about the same degree. The different word types were one-syllable stem morphemes, the same stem morphemes combined with a prefix, the same stem morphemes combined with a suffix and the same stem morphemes combined with both a prefix and a suffix. Of these words the stem morpheme was consistently difficult to understand and the affixes, when present, easy to understand. The expectation was that the addition of pre- and/or suffixes would benefit the recognizability of words, and this the more so as the additions are richer in information content. In addition, it was expected that, if the recognition process is indeed more sensitive to speech sounds from the beginning of a word than to speech sounds later in the word, words with a prefix would be recognized better than words with a suffix. The results of the experiments showed that words were recognized better as additions contained more lexically relevant information. On the other hand, no difference in recognition scores was found between words formed by prefix addition and words formed by suffix addition. It was concluded that in the recognition of poly-morphematic words the recognition process is not more sensitive to speech sounds from the beginning of a word than to speech sounds later in the word. At that point it was uncertain that this conclusion could be generalized to the recognition of mono-morphematic words, since the possibility could not be excluded that the result of this experiment was also affected by the way in which poly-morphematic words are processed in the recognition process.

The recognition of longer mono-morphematic words is the issue in chapter four. The available indications that speech sounds from the beginning of a word play a special role in the recognition of spoken words partly originate from experiments in which subjects had to try and recognize words in which only the initial or final part was audible. In this chapter, an experiment is discussed which was inspired by such experiments. In contrast with earlier investigations, care was taken that there could be no uncertainty about the position that the audible speech sounds should occupy in the word to be recognized. In a separate observation task it was determined that the initial and final parts of the words

presented were of about the same intelligibility. The hypothesis was that if the recognition process benefits most from speech sounds from the beginning of a word, words would be recognized better when initial parts were presented than when only final parts were audible, everything else being equal. The results did not support this hypothesis: words were recognized equally well, no matter if initial parts or final parts were audible. The conclusion was therefore that in the recognition of mono-morphematic words the recognition process is not more sensitive to speech sounds from the beginning of a word than to speech sounds later in the word.

The final chapter combines the results of the experiments from the previous three chapters and claims that speech sounds later in a word can contribute as much to recognition as speech sounds from the beginning of a word if two conditions are satisfied: (1) the word must not yet have been recognized at the moment when speech sounds later in the word become audible, because then it is trivial that those speech sounds do not contribute to recognition, and (2) there must be no uncertainty about the position that the intelligible speech sounds should occupy in the word to be recognized. The conclusion was therefore that the word-recognition process is not more sensitive to speech sounds from the beginning of a word than to speech sounds later in the word. It is also examined if the results of other research in the field of the recognition of spoken words and related research, like e.g. visual word recognition and mispronunciations are in contradiction with the findings reported here. An attempt is made to demonstrate that the results of those other investigations are in agreement with the conception described here about the way in which words are recognized.

Referenties

- Atkinson, R.C. & Juola, J.F. (1973) Factors influencing speed and accuracy of word recognition. In: S. Kornblum (Ed.) *Attention and Performance IV*. 583-612, New York, London: Academic Press.
- Bergman, M.W., Eling, P.A.T.M. & Hudson, P.T.W. How simple complex words can be. Te verschijnen in: *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*.
- Booij, G.E. (1977) Dutch morphology, a study of word formation in generative grammar. Lisse: The Peter de Ridder Press.
- Booij, G.E. (1981) *Generatieve fonologie van het Nederlands*. Utrecht, Antwerpen: Het Spectrum.
- Bouma, H. (1973) Visual interference in the parafoveal recognition of initial and final letters of words. *Vision Research*, 13, 767-782.
- Bouwhuis, D.G. (1979) Visual recognition of words. Dissertatie Nijmegen.
- Bouwhuis, D.G. & Bouma, H. (1979) Visual word recognition of three-letter words as derived from the recognition of constituent letters. *Perception & Psychophysics*, 25, 12-22.
- Broerse, A.C. & Zwaan, E.J. (1966) The information value of initial letters in the identification of words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 441-446.
- Browman, C.P. (1978) Tip of the tongue and slip of the ear, implications for language processing. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 42, University of California, Los Angeles.
- Browman, C.P. (1980) Perceptual processing: evidence from slips of the ear. In: V.A. Fromkin (Ed.) *Errors in linguistic performance, slips of the tongue, ear, pen, and hand*. 213-230, New York: Academic Press.
- Brown, R. & McNeill, D. (1966) The 'tip of the tongue' phenomenon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 325-337.
- Bruner, J.S. & O'Dowd, D. (1958) A note on the informativeness of parts of words. *Language and Speech*, 1, 98-101.
- Chomsky, N. & Halle, M. (1968) *The sound pattern of English*. New York, Evanston, and London: Harper & Row.
- Clarke, F.R. (1957) Constant-ratio rule for confusion matrices in speech communication. *Journal of the Acoustical Society of America*, 29, 715-720.
- Cohen, A., Ebeling, C.L., Fokkema K. & Holk, A.G.F. van (1971) *Fonologie van het Nederlands en het Fries, inleiding tot de moderne klankleer*. 's-Gravenhage: Martinus Nijhoff (2e druk).
- Cole, R.A. (1973) Listening for mispronunciations: a measure of what we hear during speech. *Perception & Psychophysics*, 1, 153-156.
- Cole, R.A. & Jakimik, J. (1978) Understanding speech: how words are heard. In: G. Underwood (Ed.) *Strategies of information processing*. 67-116, London, New York, San Francisco: Academic Press.
- Cole, R.A. & Jakimik, J. (1980a) A model of speech perception. In: R.A. Cole (Ed.) *Perception and production of fluent speech*. 133-163, London, Hillsdale, New

Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- Cole, R.A. & Jakimik, J. (1980b) How are syllables used to recognize words?. *Journal of the Acoustical Society of America*, 67, 965-970.
- Cole, R.A., Jakimik, J. & Cooper, W.E. (1978) Perceptibility of phonemic features in fluent speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64, 44-56.
- Cotton, S. & Grosjean, F. (1984) The gating paradigm: a comparison of successive and individual presentation formats. *Perception & Psychophysics*, 35, 41-48.
- Cutler, A., Hawkins, J.A. & Gilligan, G. (1985) The suffixing preference: a processing explanation. *Linguistics*, 23, 723-758.
- Dell, G.S. & Newman, J.E. (1980) Detecting phonemes in fluent speech. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 608-623.
- Elsendoorn, B.A.G. (1984) Heading for a diphone speech synthesis system for Dutch. *IPO Annual Progress Report*, 19, 32-35.
- Elsendoorn, B.A.G. (1985) Acceptability of temporal variations in synthetic speech: a preliminary investigation. *IPO Annual Progress Report*, 20, 33-42.
- Elsendoorn, B.A.G. & Hart, J. 't (1982) Exploring the possibilities of speech synthesis with Dutch diphones. *IPO Annual Progress Report*, 17, 63-65.
- Eriksen, B.A. & Eriksen, C.W. (1974) The importance of being first: a tachistoscopic study of the contribution of each letter to the recognition of four-letter words. *Perception & Psychophysics*, 15, 66-72.
- Estes, S.E., Kerby, H.R., Maxey, H.D. & Walker, R.M. (1964) Speech synthesis from stored data. *IBM Journal of Research and Development*, 8, 2-12.
- Fay, D. & Cutler, A. (1977) Malapropisms and the structure of the mental lexicon. *Linguistic Inquiry*, 8, 505-520.
- Foss, D.J., & Blank, M.A. (1980) Identifying the speech codes. *Cognitive Psychology*, 12, 1-31.
- Garrett, M.F. (1978) Word and sentence perception. In: R. Held, H.W. Leibowitz & H.-L. Teuber (Eds.) *Handbook of sensory physiology: vol. VII, Perception*. 611-625, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Geer, J.P. van de (1957) Psychologische toepassingen van de informatietheorie I. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie en haar Grensgebieden*, 12, 295-328.
- Gernsbacher, M.A. (1984) Resolving 20 years of inconsistent interactions between lexical familiarity and orthography, concreteness, and polysemy. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 256-281.
- Gibson, E.J. & Guinet, L. (1971) Perception of inflections in brief visual presentations of words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 182-189.
- Grosjean, F. (1980) Spoken word recognition processes and the gating paradigm. *Perception & Psychophysics*, 28, 267-283.
- Hart, J. 't & Collier, R. (1975) Integrating different levels of intonation analysis. *Journal of Phonetics*, 3, 235-255.
- Henderson, L. (1982) *Orthography and word recognition in reading*. London: Academic Press.
- Henderson, L. (1985) Toward a psychology of morphemes. In A.W. Ellis (Ed.) *Progress*

- in the psychology of language, 1. 15-72, London, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Henderson, L., Wallis, J. & Knight, D. (1984) Morphemic structure and lexical access. In: H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.) *Attention and Performance X, Control of language processes*. 211-226, London, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kempler, S.T. & Morton, J. (1982) The effects of priming with regularly and irregularly related words in auditory word recognition. *British Journal of Psychology*, 73, 441-454.
- Krueger, L.E. (1973) Effect of stimulus frequency on speed of "same"- "different" judgments. In: S. Kornblum: *Attention and Performance IV*. 497-506, New York, London: Academic Press.
- Kruyskamp, C. (1961) *Van Dale groot woordenboek der Nederlandse taal*. Den Haag: Martinus Nijhoff (8e druk).
- Liberman, A.M. (1970) The grammars of speech and language. *Cognitive Psychology*, 1, 301-323.
- Marcus, S.M. (1981) ERIS-context sensitive coding in speech perception. *Journal of Phonetics*, 9, 197-220.
- Marcus, S.M. (1984) Recognizing speech: on the mapping from sound to word. In: H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.) *Attention and Performance X, Control of language processes*. 151-163, London, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Marslen-Wilson, W.D. (1980) Speech understanding as a psychological process. In: J.C. Simon (Ed.) *Spoken language generation and understanding*. 39-67, Dordrecht, Boston, London: D. Reidel.
- Marslen-Wilson, W.D. (1984) Function and process in spoken word recognition, a tutorial review. In: H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.) *Attention and Performance X, Control of language processes*. 125-150, London, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Marslen-Wilson, W.D. (1987) Functional parallelism in spoken word-recognition. *Cognition*, 25, 71-102.
- Marslen-Wilson, W.D. & Tyler, L.K. (1980) The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8, 1-71.
- Marslen-Wilson, W.D. & Tyler, L.K. (1981) Central processes in speech understanding. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 295, 317-332.
- Marslen-Wilson, W.D. & Welsh, A. (1978) Processing interactions and lexical access during word recognition in continuous speech. *Cognitive Psychology*, 10, 29-63.
- McClelland, J.L. & Elman, J.L. (1986) The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology*, 18, 1-86.
- Miller, G.A. & Nicely, P. (1955) An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 338-352.
- Morton, J., Marcus, S.M. & Ottley, P. (1981) The acoustic correlates of "speechlike": a use of the suffix effect. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 568-

593.

- Murrell, G.A. & Morton, J. (1974) Word recognition and morphemic structure. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 963-968.
- Nooteboom, S.G. (1981) Lexical retrieval from fragments of spoken words: beginnings vs endings. *Journal of Phonetics*, 9, 407-424.
- Nooteboom, S.G. & Cohen, A. (1984) Spreken en verstaan, een nieuwe inleiding tot de experimentele fonetiek. Assen: Van Gorcum (2e druk).
- Ottevanger, I.B. (1986) Speech processing at the level of word recognition and the influence of sentence context. *Dissertatie Utrecht*.
- Peterson, G.E., Wang, W.S.-Y. & Sivertsen, E. (1958) Segmentation techniques in speech synthesis. *Journal of the Acoustical Society of America*, 30, 739-742.
- Pickett, J.M. & Pollack, I. (1963) Intelligibility of excerpts from fluent speech: effects of rate of utterance and duration of excerpt. *Language and Speech*, 6, 151-164.
- Pollack, I. & Pickett, J.M. (1963) The intelligibility of excerpts from conversation. *Language and Speech*, 6, 165-171.
- Ringeling, J.C.T. (1984) Reducing redundancy in normal, soft and whispered speech: a study on native and near-native perception. *Dissertatie Utrecht*.
- Rubin, G.S., Becker, C.A. & Freeman, R.H. (1979) Morphological structure and its effect on visual word recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 757-767.
- Rubenstein, H., Lewis, S.S. & Rubenstein, M.A. (1971) Evidence for phonemic recoding in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 645-657.
- Rumelhart, D.E. & McClelland, J.L. (1982) An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89, 60-94.
- Salasoo, A. & Pisoni, D.B. (1985) Interaction of knowledge sources in spoken word identification. *Journal of Memory and Language*, 24, 210-231.
- Samuel, A.G. (1981a) Phonemic restoration: insights from a new methodology. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 474-494.
- Samuel, A.G. (1981b) The role of bottom-up confirmation in the phonemic restoration illusion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1124-1131.
- Samuel, A.G. (1987) Lexical uniqueness effects on phonemic restoration. *Journal of Memory and Language* 26, 36-56.
- Schiepers, C.W.J. (1976) Global attributes in visual word recognition. *Dissertatie Nijmegen*.
- Segui, J. & Zubizarreta, M.-L. (1985) Mental representation of morphologically complex words and lexical access. *Linguistics*, 23, 759-774.
- Seidenberg, M.S., Waters, G.S., Barnes, M.A. & Tanenhaus, M.K. (1984) When does irregular spelling or pronunciation influence word recognition?. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 383-404.

- Siegel, S. (1956) *Nonparametric statistics of the behavioral sciences*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill.
- Slowiaczek, L.M., Nusbaum, H.C. & Pisoni, D.B. (1987) Phonological priming in auditory word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 64-75.
- Stanners, R.F., Neiser, J.J., Herson, W.P. & Hall, R. (1979) Memory representation for morphologically related words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 399-412.
- Studebaker, G.A. (1985) A "rationalized" arcsine transform. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 455-462.
- Taft, M. (1979) Recognition of affixed words and the word frequency effect. *Memory & Cognition*, 7, 263-272.
- Taft, M. & Forster, K.J. (1975) Lexical storage and retrieval of prefixed words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 638-647.
- Taft, M. & Forster, K.I. (1976) Lexical storage and retrieval of polymorphemic and polysyllabic words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 607-620.
- Toorn, M.C. van den (1984) *Nederlandse Grammatica*. Groningen: Wolters-Noordhoff (9e druk).
- Treisman, A. (1970) Perception and recall of simultaneous speech stimuli. In: A.F. Sanders (Ed.) *Attention and Performance III*. 132-148, Amsterdam, London: North-Holland.
- Tweney, R.D., Tkacz, S. & Zaruba, S. (1975) Slips of the tongue and lexical storage. *Language and Speech*, 18, 388-396.
- Uit den Boogaart, P.C. (1975) *Woordfrequenties in geschreven en gesproken Nederlands*. Utrecht: Oosthoek, Scheltema & Holkema.
- Vogten, L.L.M. (1983) *Analyse, zuinige codering en resynthese van spraakgeluid*. Dissertatie Eindhoven.
- Voys, C.G.N. de (1960) *Nederlandse spraakkunst*. Groningen: J.B. Wolters (5e druk).
- Warren, R.M. (1970) Perceptual restoration of missing speech sounds. *Science*, 167, 392-393.
- Warren, P. & Marslen-Wilson, W. (1987) Continuous uptake of acoustic cues in spoken word recognition. *Perception & Psychophysics*, 41, 262-275.
- Warren, R.M. & Obusek, C.J. (1971) Speech perception and phonemic restorations. *Perception & Psychophysics*, 9, 358-362.
- Winer, B.J. (1962) *Statistical principles in experimental design*. New York, San Francisco, Toronto, London: McGraw-Hill.

Curriculum Vitae

Maarten van der Vlugt werd op 20 juli 1957 te Haarlem geboren. Hij volgde de middelbare schoolopleiding aan de Rijksscholengemeenschap te Appingedam en behaalde op 18 juni 1976 het diploma atheneum B. Vanaf september 1976 studeerde hij aan de subfaculteit psychologie van de Rijksuniversiteit Groningen. Het kandidaatsexamen werd op 15 december 1978 behaald, het doctoraal examen, met specialisatie functieleer, op 25 juni 1982.

Van 1 september 1982 tot 1 september 1986 was hij in tijdelijke dienst van de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek (ZWO), als wetenschappelijk onderzoeker verbonden aan het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) te Eindhoven. In de periode van 1 september 1986 tot 1 oktober 1987 werd dit proefschrift voorbereid. Vanaf 1 oktober 1987 is hij als wetenschappelijk onderzoeker werkzaam bij de faculteit bedrijfskunde van de Technische Universiteit Eindhoven.

Stellingen

I

Jarvella en Meijers (1983) hebben gevonden dat proefpersonen sneller identiteit van stammorfemen van werkwoordsvormen responderen dan identiteit van verbuigingsmorfemen. Ten onrechte stellen zij dat dit resultaat niet toegeschreven moet worden aan verschil in moeilijkheid tussen de taken maar aan een specifieke organisatie van het lexicon.

Jarvella, R.J. & Meijers, G. (1983) Recognizing morphemes in spoken words: some evidence for a stem-organized mental lexicon. In: G.B. Flores d'Arcais & R.J. Jarvella (Eds.) *The process of language understanding*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons.

II

In het analyseren van de klankvormen van gesproken woorden door naïve proefpersonen worden interacties gevonden tussen klankvorm en schriftbeeld. Zo zijn proefpersonen geneigd segmenten te responderen die wel in het schriftbeeld maar niet in de klankvorm voorkomen (Ehri & Wilce, 1980). Jakimik, Cole en Rudnicky (1985) leiden hieruit ten onrechte af dat kennis over de spelling van gesproken woorden van belang is voor de herkenning van gesproken woorden. De genoemde resultaten kunnen evengoed verklaard worden uit de hoge mate waarin de doorsnee taalgebruiker gewend is relaties te leggen tussen schriftbeelden en klankvormen.

Ehri, L.C. & Wilce, L.S. (1980) The influence of orthography on readers' conceptualization of the phonemic structure of words. *Applied Psycholinguistics*, 1, 371-385.

Jakimik, J., Cole, R.A. & Rudnicky, A.I. (1985) Sound and spelling in spoken word recognition. *Journal of Memory and Language*, 24, 165-178.

III

Pisoni en Luce (1987) hebben argumenten aangedragen ten gunste van een opvatting over de woordherkenning waarin het binnenkomende spraaksignaal eerst in klanken gesegmenteerd wordt voordat het contact kan maken met lexicale representaties. Deze argumenten sluiten niet uit dat een gesproken woord herkend wordt zonder dat daarvoor de klankvorm in segmenten intern beschikbaar hoeft te zijn.

Pisoni, D.B. & Luce, P.A. (1987) Acoustic-phonetic representations in word recognition. *Cognition*, 25, 21-52.

IV

Tyler en Marslen-Wilson (1982) gaan ervan uit dat de herkenning van woorden met versprekingen in het woordbegin volgens een afwijkend herkenningsproces verloopt. Onnodig beperken zij hiermee het geldigheidsgebied van hun woordherkenningstheorie.

Tyler, L.K. & Marslen-Wilson, W. (1982) Conjectures and refutations: a reply to Norris. *Cognition*, 11, 103-107.

V

Door de keuze van hun experimentele techniek suggereren Salasoo & Pisoni (1985) ten onrechte dat de hoeveelheid informatie die bij het uitspreken van een woord voor de luisteraar beschikbaar komt in de tijd lineair en niet slechts monotoon toeneemt.

Salasoo, A. & Pisoni, D.B. (1985) Interaction of knowledge sources in spoken word identification. *Journal of Memory and Language*, 24, 210-231.

VI

Bij onderzoek naar de structuur van het menselijk geheugen, zoals bijvoorbeeld de studie naar visuele woordherkenning in lexicale kontekst van de Groot (1983), wordt er te gemakkelijk vanuit gegaan dat de geheugenstructuur van verschillende personen nagenoeg hetzelfde is.

Groot, A.M.B. de (1983) Lexical-context effects in visual word recognition. Dissertatie Nijmegen.

VII

Het zou de veiligheid van fietsers ten goede komen als de beweegbare laadplaatvormen aan de achterkant van vrachtauto's gemarkeerd zouden worden.