

# De invloed van lengte en hoogte van de inzet van de toonhoogtecontour op de relatieve prominentie van accenten

**Citation for published version (APA):**

Bruin, D., Terken, J. M. B., & Quené, H. (1996). *De invloed van lengte en hoogte van de inzet van de toonhoogtecontour op de relatieve prominentie van accenten*. (IPO rapport; Vol. 1128). Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO).

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 25/10/1996

**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](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

**Rapport no. 1128**

**De invloed van lengte en  
hoogte van de inzet van de  
toonhoogtecontour op de  
relatieve prominentie van  
accenten**

Denise Bruin

*Jacques Terken*

Voor akkoord: Dr. J.M.B. Terken

**De invloed van lengte en hoogte  
van de inzet van de toonhoogtecontour  
op de relatieve prominentie van accenten**

**Denise Bruin**

**Doctoraalscriptie Fonetiek  
Universiteit van Utrecht  
20 oktober 1996**

**Begeleiders: Jacques Terken en Hugo Quené**

## **VOORWOORD**

Deze scriptie is het resultaat van mijn afstudeeronderzoek voor de studie Fonetiek aan de Universiteit van Utrecht. Dit onderzoek heb ik uitgevoerd op het Instituut voor Perceptie Onderzoek in Eindhoven. Ik werd hierbij dagelijks begeleid door Jacques Terken. Vanuit de studie Fonetiek werd ik begeleid door Hugo Quené. Beiden wil ik hierbij hartelijk bedanken voor de hulp en betrokkenheid bij dit onderzoek en vooral ook bij het schrijven van deze scriptie. Verder gaat mijn dank uit naar Angélien Sanderman voor het inspreken van het spraakmateriaal, en naar iedereen die als proefpersoon meegewerkt heeft aan dit onderzoek.

Denise Bruin  
Oktober 1996

## **SAMENVATTING**

Het onderzoek dat in deze scriptie wordt besproken heeft betrekking op de relatie tussen de F0-karakteristieken van een toonhoogtecontour en de prominentie van accentpieken. Het doel was een bijdrage te leveren aan het onderzoek naar de modellering van relatieve prominentie. De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt: 'Is de relatieve prominentie van accenten in een frase afhankelijk van het toonhoogtebereik in een frase?' Met toonhoogtebereik wordt hier bedoeld de afstand tussen het F0-maximum van de eerste piek, en de inzet (het stuk spraak tot aan de eerste piek). Meer specifiek luidt de vraag of het verschil in frequentie dat nodig is tussen twee accentpieken om een indruk van gelijke prominentie te geven, afhankelijk is van inzethoogte en inzetlengte. Er werd een interactie voorspeld tussen de lengte en de hoogte van de inzet op de relatieve prominentie van twee accenten, omdat verondersteld werd dat de hoogte van de inzet alleen geschat kan worden wanneer de inzet lang genoeg is.

In het eerste experiment moesten de proefpersonen de prominentie van de eerste en de tweede accentpiek in een uiting beoordelen op een tienpuntsschaal. In het tweede experiment was de taak te beoordelen of de eerste of de tweede piek in een uiting prominenter was.

Op basis van de resultaten kan geen uitspraak gedaan worden over de relatieve prominentie van de accentpieken, omdat de oordelen voor de eerste en de tweede piek (die in twee aparte sessies beoordeeld werden) subjectief niet aan elkaar gekoppeld zijn. Op basis van de afzonderlijke oordelen voor de eerste en de tweede piek kunnen wel conclusies getrokken worden. Het idee was dat luisteraars gebruik maken van een abstracte referentielijn om de prominentie van accentpieken aan te relateren, en dat de hoogte van deze abstracte referentielijn alleen gebaseerd wordt op de hoogte van de inzet. Uit de resultaten blijkt dat deze referentiewaarde niet alleen gebaseerd wordt op de hoogte van de inzet van de uiting, maar dat voor de tweede piek ook het stuk spraak tussen de eerste en de tweede accentpiek (het tussenstuk) van invloed is op de prominentie. Het lijkt erop dat het hele stuk spraak vóór de piek van invloed is op het bepalen van de referentiewaarde. De mogelijkheid bestaat dat dit het gevolg is van waargenomen frasering. Bepaalde kenmerken van de stimuli kunnen er namelijk voor gezorgd hebben dat er sprake is van een frase-grens in de uiting. Op basis van dit onderzoek kan geen antwoord gegeven worden op de vraag of de invloed van het tussenstuk een gevolg is van waargenomen frasering, of dat het in het algemeen geldt. Ten slotte blijkt dat de hoogte van de tweede piek van invloed is op de prominentie van de eerste piek. De sterkte van accenten kan dus niet per accent bekeken worden, maar dient bekeken te worden als functie van de gehele contour.

# INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING</b>	<b>2</b>
1.1 Relevante gegevens uit de literatuur	2
1.1.1 Een model voor de waarneming van relatieve prominentie	4
1.2 Een nieuw model voor de waarneming van relatieve prominentie	8
1.3 Hoofdvraag	10
1.4 Operationalisering	10
1.5 Samenvatting en vooruitblik	11
<b>2. METHODE</b>	<b>13</b>
2.1 Opzet van de experimenten / Materiaal	13
2.2 Opname en bewerking	13
2.3 Procedure	15
2.3.1 Experiment 1	15
2.3.2 Experiment 2	16
<b>3. RESULTATEN</b>	<b>18</b>
3.1 Hoofdexperiment	18
3.1.1 Invloed op benodigde P1-P2-verschillen voor gelijke prominentie	18
3.1.2 Invloed op P1- en P2-oordelen	22
3.1.2.1 Invloed op P1-oordelen	24
3.1.2.2 Invloed op P2-oordelen	26
3.1.3 Beoordelingen van P1 en P2 voor $P1 = P2 = 267$ Hz	30
3.2 Controle-experiment	32
<b>4. DISCUSSIE</b>	<b>37</b>
4.1 Beantwoording van de onderzoeksvraag	37
4.2 Geen declinatie-effect	39
4.3 Problemen met betrekking tot de opzet van het experiment	40
4.4 Conclusie	41
<b>REFERENTIES</b>	<b>42</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>43</b>

## **1. INLEIDING**

Het begrip 'prominentie' wordt in de prosodie op twee manieren gebruikt. In de eerste plaats is er een fonologische hiërarchie van discrete prominentiecategorieën. Iedere syllabe kan geïnclassificeerd worden als ofwel gereduceerd, vol, beklemtoond of geaccentueerd. In de tweede plaats wordt de term prominentie gebruikt om binnen de categorie van geaccentueerde syllaben graduele verschillen in accentsterkte aan te geven; twee geaccentueerde syllaben kunnen verschillen met betrekking tot hun prominentie. Het in deze scriptie beschreven onderzoek heeft betrekking op de tweede betekenis van prominentie. Het doel van dit onderzoek is een bijdrage te leveren aan het onderzoek naar de modellering van waargenomen prominentie. Algemeen gesteld wordt met dit onderzoek getracht een antwoord te vinden op de vraag hoe waargenomen prominentie gerelateerd is aan F<sub>0</sub>-karakteristieken in de toonhoogtecontour.

In paragraaf 1.1 zal een uiteenzetting worden gegeven van de relevante gegevens uit de literatuur en in paragraaf 1.2 wordt een model voor de waarneming van relatieve prominentie besproken. Vervolgens wordt in paragraaf 1.3 de hoofdvraag van dit onderzoek gegeven. In paragraaf 1.4 wordt beschreven op welke manier de hoofdvraag van dit onderzoek geoperationaliseerd is. Ten slotte bevat paragraaf 1.5 een samenvatting van dit hoofdstuk en een vooruitblik op de overige hoofdstukken van deze scriptie.

### **1.1 Relevante gegevens uit de literatuur**

De akoestische kenmerken die van belang zijn voor prosodische prominentie zijn de fundamentele frequentie (F<sub>0</sub>), de duur en de amplitude. De perceptieve correlaten van deze akoestische kenmerken zijn respectievelijk waargenomen toonhoogte, waargenomen duur en luidheid. In het algemeen vertoont een geaccentueerd woord een aanzienlijke F<sub>0</sub>-verandering, en heeft het een langere duur en een hogere amplitude dan wanneer het niet geaccentueerd is (Fry 1955). Van de drie akoestische kenmerken is de F<sub>0</sub> het belangrijkste voor waargenomen prosodische prominentie; de aanwezigheid van een verandering in F<sub>0</sub> is de meest betrouwbare aanwijzing voor prosodische prominentie (Van Katwijk 1974).

Om verschillende 'graden' van prominentie uit te drukken zijn sprekers in staat om de eigenschappen van toonhoogte-accenten te variëren. Hierbij blijken sprekers voornamelijk de hoogte van de betreffende F<sub>0</sub>-pieken in geaccentueerde syllaben te variëren. Dit is gebleken uit onderzoek van Liberman en Pierrehumbert (1984). Zij vroegen sprekers het woord "Anne" met zeven verschillende graden van nadruk uit te spreken. Er bleek een verband te bestaan tussen de mate van nadruk en F<sub>0</sub>-maximum; wanneer de proefpersonen het woord met meer nadruk uitspraken was het F<sub>0</sub>-maximum hoger dan wanneer het woord met minder nadruk uitgesproken werd. Ook bleek dat verschillen in nadruk van geaccentueerde woorden binnen een frase gereflecteerd kunnen zijn in de hoogte van de F<sub>0</sub>-maxima.

Rietveld en Gussenhoven (1985) lieten zien dat F0-variantie ook perceptief relevant is. Zij varieerden de toonhoogte van accentpieken in uitingen met één piek en in uitingen met twee pieken. De proefpersonen kregen steeds twee stimuli te horen en moesten aangeven of het accent in de tweede stimulus sterker, minder sterk of even sterk was als het accent in de eerste stimulus. Bij de stimuli met twee pieken beoordeelde één groep proefpersonen de eerste piek en de andere groep de tweede piek. De F0 van de pieken was gevarieerd in stappen van 1,5 semi-tonen. De resultaten van dit onderzoek lieten zien dat tamelijk kleine verschillen in toonhoogte-exkursie kunnen leiden tot verschillen in waargenomen prominentie.

De resultaten van de hierboven beschreven onderzoeken verschaffen dus evidentie dat er een relatie is tussen F0-variantie en prominentiewaarneming. De manier waarop waargenomen prominentie precies gerelateerd is aan toonhoogtevariantie wordt echter nog niet duidelijk uit deze resultaten. Er zijn verschillende andere onderzoeken gedaan naar de relatie tussen F0-variantie en waargenomen prominentie, om te bepalen hoe F0-variantie en waargenomen prominentie aan elkaar gerelateerd zijn, en om een metriek voor prominentie te ontwikkelen.

Het eerste relevante onderzoek werd uitgevoerd door Pierrehumbert (1979). Zij liet haar proefpersonen reïterante spraak met twee accenten horen ('maMamaMama'), waarvan het F0-maximum van het laatste accent systematisch gevarieerd was. De taak van de proefpersonen was te beoordelen welk van de twee geaccentueerde syllaben een hogere toonhoogte had. Over het algemeen bleek dat het F0-maximum van het tweede accent lager moest zijn dan het F0-maximum van het eerste accent om een sensatie van gelijke toonhoogte te bewerkstelligen. Luisteraars compenseren blijkbaar voor toplijndeclinatie bij het beoordelen van de relatieve hoogte van pieken in de toonhoogtecontour. Declinatie is het verschijnsel dat 'het gebruikte bereik van F0-waarden smaller en lager is aan het eind van een frase dan aan het begin' (Lieberman en Pierrehumbert, 1994). Toplijndeclinatie slaat op de pieken. Luisteraars laten dus hun verwachtingen met betrekking tot declinatie meewegen in de beoordeling van de toonhoogte van accentpieken; de relatieve opvallendheid van geaccentueerde syllaben in neutrale intonatie is niet direct weerspiegeld in F0-waarden.

Terwijl Pierrehumbert (1979) de proefpersonen een oordeel liet geven over de waargenomen toonhoogte van accentpieken, voerden Gussenhoven en Rietveld (1988) een onderzoek uit waarbij zij de proefpersonen vroegen direct een oordeel te geven over de prominentie van accentpieken. De resultaten van dit onderzoek vormden een replicatie voor het Nederlands van de resultaten van Pierrehumbert (1979). Tevens onderzochten Gussenhoven en Rietveld (1988) of het declinatie-effect tijdsafhankelijk is. Uit de resultaten van hun experiment bleek dat het declinatie-effect verklaard kan worden uit zowel een 'final lowering'-effect (van ongeveer 6 Hz) als uit een tijdsafhankelijk declinatie-effect (van ongeveer 8 Hz/s, beide schattingen voor stimuli met een laag eindpunt van 84 Hz), en dat 'peak-by-peak-lowering' geen rol kan hebben gespeeld in de perceptieve strategieën van de luisteraars.



### 1.1.1 Een model voor de waarneming van relatieve prominentie

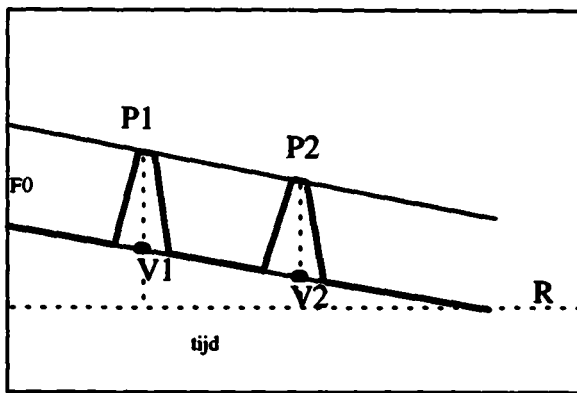
Terken (1993) beschrijft een kwantitatief model voor de waarneming van prominentie. Dit model is voornamelijk gebaseerd op de onderzoeksresultaten van Terken (1991) en een reactie op de interpretatie hiervan, door Ladd (1993).

Terken (1991) liet zien dat de luisteraar niet alleen compenseert voor toplijndeclinatie, maar dat er ook een perceptief effect is van de helling van de observeerbare basislijn. Dit is de lijn die getrokken kan worden door de F0-minima van de toonhoogtecontour. Uit zijn resultaten bleek dat de informatie van F0-minima van belang is voor waargenomen prominentie. Terken beargumenteert dat het lijkt alsof de toplijn, die getrokken kan worden door de F0-maxima, en de basislijn min of meer onafhankelijk van elkaar kunnen variëren. Zijn hypothese dat de afstand tussen het F0-maximum van een piek en de observeerbare basislijn het metriek vormt voor waargenomen prominentie blijkt niet te kloppen. Terken noemt deze resultaten paradoxaal omdat hij geen manier ziet om op basis van de resultaten een directe relatie te vinden tussen de observeerbare basislijn (dus de F0-minima) en de prominentie van accentpieken, terwijl uit de resultaten blijkt dat de F0-minima wel van invloed zijn op de prominentie van accentpieken. Ladd (1993) heeft een oplossing voor dit probleem. Hij beargumenteert dat de resultaten van Terken alleen maar paradoxaal lijken doordat Terken aanneemt dat de observeerbare basislijn de juiste referentiewaarde is voor de vergelijking van relatieve prominentie. Volgens Ladd is het waarschijnlijker dat er een abstracte referentielijn is die luisteraars gebruiken om prominentie-oordelen op te baseren. Hij verklaart Terken's data door een abstracte referentielijn te trekken. Deze lijn ankert hij op één punt in de toonhoogtecontour. Het metriek voor waargenomen prominentie is nu de afstand tussen de F0-maxima en deze abstracte lijn.

Terken (1993) is het met Ladd eens waar het het idee van een abstracte referentielijn betreft, maar hij werpt tegen dat Ladd's heranalyse sterk afhankelijk is van het gekozen ankerpunt. Wanneer een ander punt als ankerpunt gekozen zou worden, zouden de data nog steeds een paradoxale situatie geven. Bovendien stelt hij dat het niet duidelijk is hoe de luisteraars kunnen weten wat het ankerpunt voor de referentielijn is, en vooral hoe de luisteraars kunnen weten wat de helling van de referentielijn is, waar deze op gebaseerd kan worden wanneer er maar één ankerpunt is. Terken is van mening dat de observeerbare basislijn toch een rol moet spelen in de beoordeling van relatieve prominentie. Terken (1993) beschrijft als reactie op de heranalyse door Ladd een nieuw model, waarin hij zowel een abstracte component verwerkt als de rol van de observeerbare basislijn. Het model wordt beschreven door de volgende functie:

$$D2 = xD1 + p(V1 - R)$$

Dit model is geïllustreerd in figuur 1.



**Figuur 1. Illustratie van het model van Terken (1993) dat D2 (d.w.z. P2-V2) relateert aan D1 (d.w.z. P1-V1) en de mate van verhoging t.o.v. de basisreferentie (V1-R).  
Naar Terken (1993).**

Hierin representeren D1 en D2 de respectieve afstanden tussen de pieken (P1 en P2) en de dalen (V1 en V2; de projecties van P1 en P2 op de basislijn (zie figuur 1)). De algemene versmalling van het toonhoogtebereik als een functie van F0-declinatie van het begin tot het eind van de uiting wordt gerepresenteerd door  $x$ . R is een spreker-specifieke referentiewaarde, de abstracte component in het model, en  $p$  is de compensatie voor een verhoogd en aldus gecomprimeerd lokaal F0-bereik. Terken stelt dat voor R de eindfrequentie van de uiting genomen kan worden. De eindfrequentie van uitingen varieert namelijk nauwelijks binnen sprekers en kan daarom gezien worden als de onderkant van het totale bereik dat de spreker benut bij normale spraak.

Terken (1993) toetste zijn model op de resultaten beschreven in Terken (1991) en Terken (1994) en concludeert dat het model de relatie tussen D1 en D2 tamelijk goed beschrijft. De toetsing van het model bestond uit het berekenen van de coëfficiënten  $x$  en  $p$  en het vergelijken van de door het model voorspelde D2-waarden met de geobserveerde D2-waarden door de lineaire regressie tussen verwachte en geobserveerde D2 te berekenen. Deze vergelijking gaf schattingsfouten van 1,2 Hz en 1,6 Hz voor de respectieve condities vlakke basislijn en declinerende basislijn uit Terken (1991) en van 1,6 Hz voor de resultaten uit Terken (1994).

Zoals genoemd is een bezwaar aan het model van Ladd dat de abstracte declinerende basislijn geankerd is op één plaats, en dat het niet duidelijk is waar de helling van deze lijn op gebaseerd wordt. Uit de hierboven beschreven studies is duidelijk geworden dat F0-minima informatie bevatten die relevant is voor prominentiewaarneming. Het blijft echter onduidelijk in welke mate frequentievariëaties van F0-minima prominentieoordelingen beïnvloeden, en of alle F0-minima even belangrijk zijn. Op basis van de hierboven beschreven experimenten van Terken is het niet mogelijk vast te stellen wat de rol is van declinatie- en piekhoogte-variëatie voor waargenomen prominentie, omdat piekhoogte en declinatie niet onafhankelijk gevarieerd waren; de helling van de declinatie covarieerde met P1-hoogte.

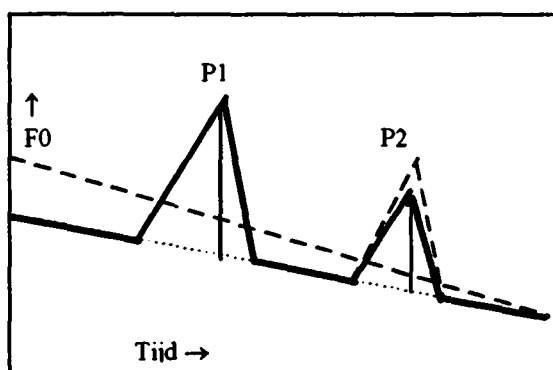
In de experimenten I en II van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996) is onderzoek gedaan naar de vraag wat de rol is van declinatie- en piekhoogte-

variatie voor relatieve waargenomen prominentie, die op basis van de experimenten van Terken niet beantwoord kon worden. Zij gebruikten stimuli met twee accenten, waarin piekhoogte en declinatie wel onafhankelijk gevarieerd waren. De proefpersonen hadden twee taken. Ten eerste moesten zij beoordelen of het eerste of het tweede geaccentueerde woord in een zin met twee accenten meer nadruk had. Ten tweede moesten de proefpersonen het F0-maximum van de tweede accentpiek zo instellen dat deze dezelfde prominentie had als de eerste accentpiek. De resultaten van deze experimenten bevestigen een eerdere bevinding:

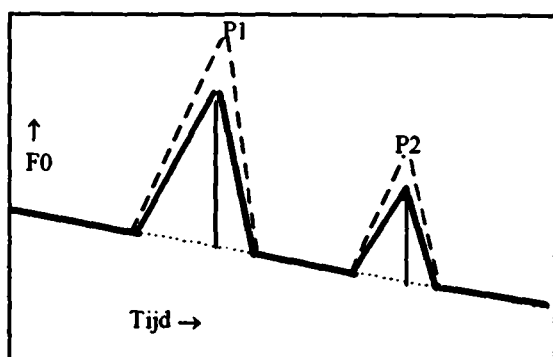
1) In een uiting met twee accentpieken dient de tweede piek (P2) lager te zijn dan de eerste piek (P1) om een indruk van gelijke prominentie te geven. Dit is het declinatie-effect. Dit was wel een tamelijk klein effect.

De nieuwe bevinding was de volgende:

2) Wanneer de afstand tussen de accentpiek van P1 en de geïnterpoleerde F0 op de basislijn kleiner of groter wordt door verlaging of verhoging van P1 of door een steilere of minder steile declinatie, heeft dit invloed op de hoogte die P2 moet hebben om als even prominent beoordeeld te worden als P1. De richting van dit effect is als volgt. Wanneer de afstand tussen P1 en de basislijn kleiner wordt, wordt een relatief hogere frequentie van P2 vereist voor gelijke prominentie (het verschil tussen P1 en P2 neemt iets af). Wanneer de afstand tussen de accentpiek van P1 en de basislijn groter wordt, wordt een relatief lagere frequentie van P2 vereist voor gelijke prominentie (het benodigd verschil tussen P1 en P2 neemt iets toe; bijvoorbeeld, als de afstand groter wordt door verhoging van P1, stijgt P2 wel mee maar niet in dezelfde mate als P1). Deze bevinding is geïllustreerd in figuur 2 en 3.



**Figuur 2**  
**Illustratie bij de tweede bevinding van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken: Wanneer de afstand tussen de accentpiek van P1 en de geïnterpoleerde F0 op de basislijn kleiner wordt door een steilere declinatie, wordt een hogere frequentie van P2 vereist voor gelijke prominentie (het verschil tussen P1 en P2 neemt iets af).**



**Figuur 3**

**Illustratie bij de tweede bevinding van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken: Wanneer de afstand tussen de accentpiek van P1 en de geïnterpoleerde F0 op de basislijn groter wordt door verhoging van P1 wordt een relatief lagere frequentie van P2 vereist voor gelijke prominentie (het verschil tussen P1 en P2 neemt iets toe; P2 stijgt wel mee maar niet in dezelfde mate als P1**

Op basis van de laatstgenoemde bevinding wordt geconcludeerd dat wanneer de afstand tussen de piek en de declinatielijns varieert, de prominentie van de piek varieert.

Aanwijzingen waarom dit zo is vinden we in de experimenten III, IV en V van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996). Bij experiment III hadden de proefpersonen als taak de prominentie van P1 te beoordelen op een schaal van 100 mm. De stimuli bestonden uit een zin waarvan de hoogte van P1, de hoogte van het lage punt aan het einde van de uiting en de lengte van de staart (het stuk spraak na de eerste piek) gemanipuleerd waren. In de andere experimenten bestonden de stimuli uit uitingen met één piek. Deze uitingen verschilden met betrekking tot lengte van de inzet (het stuk spraak tot aan het begin van de stijging van de eerste piek) en waren tevens gemanipuleerd met betrekking tot inzethoogte en hoogte van de eerste piek. De taak was hetzelfde als in het eerste experiment. De resultaten van deze experimenten waren tweërlei:

3) De hoogte van de inzet, en niet van het eindpunt van de toonhoogtecontour is van invloed op de waargenomen prominentie van de eerste piek in uitingen met één piek: de waargenomen prominentie neemt af wanneer de inzet verhoogd wordt. Dit effect van inzethoogte werd echter alleen gevonden wanneer de inzet van de uiting langer was dan 400 ms.

4) De prominentie van een accentpiek met een bepaalde frequentie is lager na een korte inzet dan na een lange inzet, ook als de inzet zelf niet declineert. Dit betekent dat de verwachting over toplijndeclinatie niet uitsluitend geïnduceerd wordt door de eerste piek, maar dat er ook sprake is van toplijndeclinatie wanneer er geen eerdere piek is.

Het hierboven beschreven model geeft geen goede voorspelling van deze resultaten. Het voorspelt bijvoorbeeld niet dat de lengte van de inzet van invloed is op de prominentie van een accentpiek. Ook voorspelt het niet de manier waarop de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de observeerbare basislijn van invloed is op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is voor een indruk van gelijke prominentie.

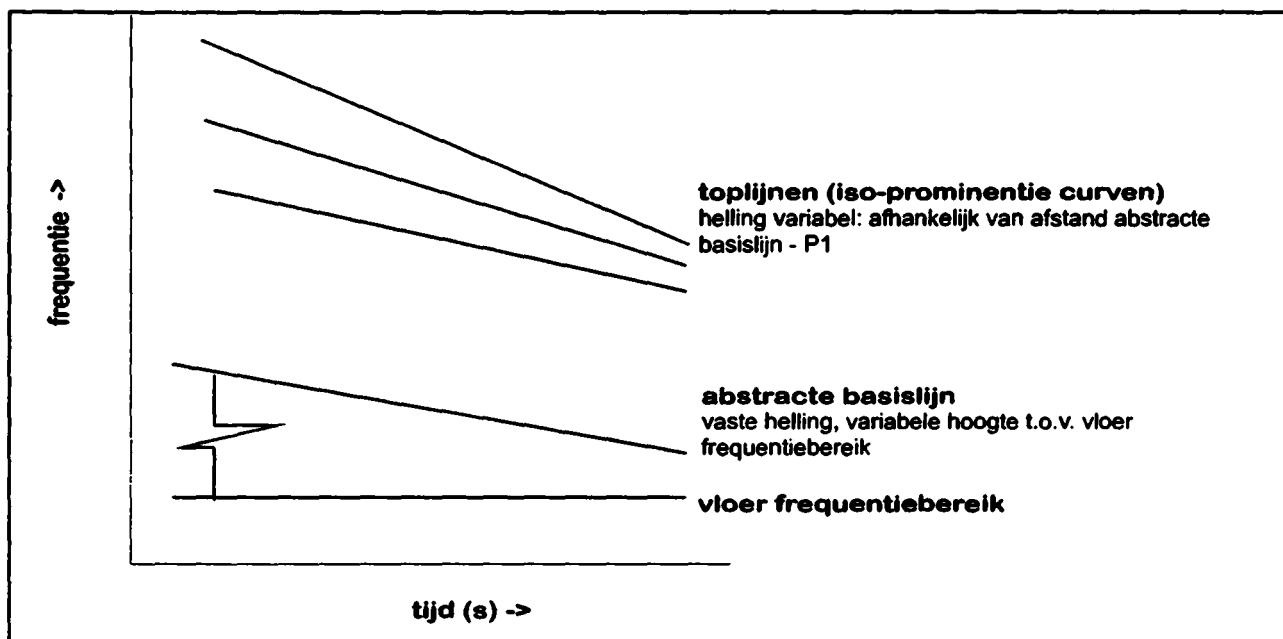
## **1.2 Een nieuw model voor de waarneming van relatieve prominentie**

Uit de hierboven genoemde observaties kan een nieuw, kwalitatief model afgeleid worden ter verklaring van de relatie tussen waargenomen prominentie en F0-variatie.

In dit model wordt aangenomen dat er sprake is van een abstracte referentielijn. Uit de bevindingen blijkt immers dat de afstand tussen de F0-maxima en de observeerbare basislijn niet het juiste metriek voor de waarneming van relatieve prominentie is. Dit blijkt met name uit de tweede bevinding, die geïllustreerd is in figuur 2 en 3. Wanneer de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de observeerbare basislijn verandert, verandert de afstand tussen het F0-maximum van P2 en de basislijn niet in evenredige mate mee. Het idee dat luisteraars in plaats van de observeerbare basislijn gebruik maken van een abstracte referentielijn voor de beoordeling van relatieve prominentie lijkt hierdoor plausibel. In het model wordt aangenomen dat deze abstracte referentielijn declineert. De reden om dit aan te nemen vinden we in de laatstgenoemde observatie van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996): De prominentie van een piek is lager na een korte dan na een lange inzet, ook als de inzet niet declineert. Met inzet wordt hier bedoeld het stuk spraak tot aan de piek. Wanneer we aannemen dat de prominentie van de piek gerelateerd wordt aan de abstracte referentielijn, moet deze lijn dus declineren. Er wordt aangenomen dat deze abstracte lijn een vaste helling heeft. De hoogte van deze abstracte referentielijn is echter variabel. De aanname is dat deze hoogte geschat wordt op basis van de hoogte van de inzet. Deze aanname is gebaseerd op observatie 3) van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996). Het blijkt namelijk dat de hoogte van de inzet, en niet van het eindpunt van de toonhoogtecontour, van invloed is op de prominentie van een accentpiek in een uiting met één accent. Dit geeft reden om te denken dat de referentiewaarde voor prominentie afhankelijk is van de inzetinformatie. Het effect van de hoogte van de inzet werd alleen gevonden bij een inzet langer dan 400 ms. Daarom wordt tevens aangenomen dat de luisteraar alleen in staat is om de hoogte van de abstracte referentielijn te schatten wanneer de inzet lang genoeg is.

Verder is er in het model sprake van een toplijn met een variabele helling. Deze toplijn, de iso-prominentiecurve, is de lijn die een indruk van gelijke prominentie representeert. Wanneer de F0-maxima van twee pieken op deze lijn liggen, worden deze als even prominent waargenomen. In het model is de helling van deze toplijn afhankelijk van de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte referentielijn. Deze afhankelijkheid is afgeleid van bevinding 2) van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996). De afstand tussen het F0-maximum van P1 en de observeerbare basislijn blijkt van invloed te zijn op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is voor een indruk van gelijke prominentie. Wanneer deze afstand kleiner wordt, neemt dit verschil iets af, terwijl het juist iets toeneemt wanneer deze afstand groter wordt. Het benodigd P1-P2-verschil voor gelijke prominentie representeert de helling van de toplijn. Wanneer we naar figuur 2 en 3 kijken zien we dat de helling van een denkbeeldig getrokken lijn door de maxima van

P1 en P2 beïnvloed wordt door de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de observeerbare basislijn. We merken op dat manipulatie van de helling van de basislijn met name van invloed is op de hoogte van de inzet. Dan zien we het verband tussen de hoogte van de inzet en de hoogte van de abstracte basislijn.



figuur 2. Illustratie van het nieuwe model voor waargenomen prominentie

Samengevat ziet het model er als volgt uit (zie figuur 2). In het model wordt aangenomen dat er sprake is van een abstracte referentielijn met een vaste helling, maar met een variabele hoogte ten opzichte van de vloer van het totale frequentiebereik van de spreker. De helling van de toplijn is afhankelijk van de afstand van de referentielijn tot aan het F0-maximum van de eerste piek (dus de grootte van de eerste toonhoogtebeweging). Wanneer deze afstand groter wordt, wordt de helling van de toplijn steiler. De positie van de abstracte basislijn kan alleen geschat worden wanneer er voldoende informatie aanwezig is, dus wanneer de inzet (het stuk spraak tot aan de eerste piek) lang genoeg is.

De afhankelijkheid van de helling van de toplijn van de afstand tussen de abstracte basislijn en de top van de eerste piek kan op de volgende manier uitgelegd worden. Wanneer de afstand tussen de abstracte referentielijn en P1 groot is (lage inzetwaarde), weet de luisteraar dat er veel inspanning nodig is geweest voor de realisatie van de piek. De luisteraar verwacht dan dat de inspanning voor de tweede piek minder groot zal zijn als gevolg van relaxatie van de laryngeale spieren, en dat de grootte van dit verschil samenhangt met de inspanning die nodig is om P1 te realiseren: bij veel inspanning is het verschil groot, bij kleine inspanning is het verschil klein. De toplijndeclinatie zal dus tamelijk steil zijn en daardoor het fysische verschil tussen P1 en P2 groter. Bij kleinere

prominentie van P1 (hoge inzet) weet de luisteraar dat er niet zoveel inspanning nodig was voor de realisatie van de piek, waardoor de luisteraar niet verwacht dat er net zoveel relaxatie van de laryngeale spieren optreedt. Daarom zal het verschil tussen P1 en P2 in dit geval kleiner zijn.

Uit dit model, dat voor een groot deel gebaseerd is op de bevindingen van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996) vloeit de voorspelling voort dat de hoogte van de inzet van invloed is op het benodigde verschil tussen P1 en P2 om gelijke prominentie-indruk te geven, maar alleen als de inzet lang genoeg is. Alleen dan is er immers voldoende informatie aanwezig voor een getrouwe schatting van de toonhoogte van de inzet. Op basis van de gegevens uit de literatuur wordt verwacht dat het benodigde verschil tussen P1 en P2 voor gelijke prominentie bij een korte inzet alleen afhankelijk is van de hoogte van P1. Bij een lange inzet wordt verwacht dat het benodigde verschil afhankelijk is van de grootte van het eerste accent, gemeten ten opzichte van de inzet. De prominentie van P1 zal verschillen onder invloed van de inzethoogte, want een hogere inzet zorgt voor een lagere prominentie van P1. Het benodigde verschil tussen P1 en P2 zal daarom kleiner zijn bij een hoge inzet.

### **1.3 Hoofdvraag**

Het doel van dit onderzoek is een bijdrage te leveren aan het onderzoek naar de relatie tussen F0-variatie en waargenomen prominentie. Om de hierboven genoemde voorspellingen die zijn afgeleid van het model te toetsen, komen we tot de volgende hoofdvraag:

**Is de relatieve prominentie van accenten in een frase afhankelijk van het toonhoogtebereik in een frase?**

In de volgende paragraaf zal beschreven worden op welke manier deze hoofdvraag geoperationaliseerd is.

### **1.4 Operationalisering**

Het 'toonhoogtebereik in een frase' definiëren we als het verschil in frequentie tussen de abstracte referentielijnen en de inzet. We veronderstellen op grond van eerdere literatuur dat de hoogte van de abstracte referentielijnen geschat wordt op basis van de hoogte van de inzet, en dat de inzethoogte alleen bepaald kan worden wanneer de inzet lang genoeg is. De concrete experimentele vraag luidt dan dus als volgt:

Is de hoogte van de inzet van invloed op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is om gelijke prominentie-indruk te geven, maar alleen als de inzet lang genoeg is?

De voorspellingen van het model worden dus getest door te kijken naar de invloed van de hoogte van de inzet op de steilheid van de toplijn. Volgens het model is de steilheid van de toplijn (de iso-prominentiecurve) immers afhankelijk van de afstand tussen de abstracte basislijn en het F0-maximum van P1. Omdat de hoogte van de abstracte basislijn geschat wordt op basis van de hoogte van de inzet, is de steilheid van de toplijn volgens het model dus ook afhankelijk van de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de inzet, dus van het toonhoogtebereik. Een getrouwe schatting van de hoogte van de inzet, en daarmee van de hoogte van de abstracte referentielijn, is alleen mogelijk wanneer de inzet lang genoeg is. De steilheid van de toplijn wordt gerepresenteerd door het verschil tussen de eerste en tweede piek dat nodig is om een indruk van gelijke prominentie te geven.

Enkele begrippen uit deze experimentele vraag dienen nader gedefinieerd te worden. Onder inzet wordt verstaan het stuk spraak tot aan de stijging van de eerste toonhoogtepiek in een uiting. De 'lange inzet' bestaat uit vier syllaben, en de 'korte inzet' uit één syllabe. P1 en P2 staan respectievelijk voor de eerste en de tweede accentpiek in een uiting.

Relatieve prominentie wordt als volgt gemeten. De vraag of de lengte van de inzet van invloed is op het effect van inzethoogte op het benodigde verschil tussen P1 en P2 in uitingen met twee accenten, zal onderzocht worden door middel van twee luisterexperimenten. In het hoofdexperiment hebben de luisteraars als taak in twee afzonderlijke sessies de prominentie van respectievelijk P1 en P2 te beoordelen op een schaal van één tot tien. Dit geeft een indruk van de prominentie van de afzonderlijke pieken, in verschillende condities. De relatieve prominentie en de daarbij horende frequentieverschillen in de verschillende condities kunnen van deze gegevens worden afgeleid. In het tweede experiment, het controle-experiment, hebben de luisteraars als taak de prominentie van de eerste en de tweede piek met elkaar te vergelijken, en te beoordelen of de eerste of de tweede piek prominenter is. Het tweede experiment dient als controle op de taak van het eerste experiment.

## **1.5 Samenvatting en vooruitblik**

Het in deze scriptie beschreven onderzoek heeft betrekking op de modellering van waargenomen prominentie. Het doel van dit onderzoek is een antwoord te vinden op de vraag of de relatieve prominentie van accenten in een frase afhankelijk is van het toonhoogtebereik in een frase. Het 'toonhoogtebereik in een frase' wordt hier gedefinieerd als de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte referentielijn. De hoogte van deze referentielijn wordt volgens het model geschat op basis van de inzethoogte. Een getrouwe schatting van deze hoogte is alleen mogelijk wanneer de inzet lang genoeg is. Om



deze veronderstellingen te testen luidt de experimentele vraag als volgt: 'Is de hoogte van de inzet van invloed op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is om gelijke prominentie-indruk te geven, maar alleen als de inzet lang genoeg is?' Door een antwoord te vinden op deze vraag komen we meer te weten over de relatie tussen F0-variantie en waargenomen prominentie.

De opzet van de rest van deze scriptie is als volgt. In het volgende hoofdstuk, hoofdstuk twee, wordt de onderzoeksmethode beschreven. Het derde hoofdstuk bevat de resultaten, welke in hoofdstuk vier, de discussie, zullen worden besproken.

## 2. METHODE

### 2.1 Opzet van de experimenten / Materiaal

Zoals beschreven in het vorige hoofdstuk werden er twee experimenten uitgevoerd om het effect van de lengte van de inzet op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is om gelijke prominentie-indruk te geven te onderzoeken. Het eerste experiment was een beoordelingsexperiment, waarin de proefpersonen de prominentie van de eerste en de tweede piek van een zin met twee accenten afzonderlijk moesten beoordelen op een tienpuntsschaal. Het tweede experiment was een vergelijkingsexperiment waarin de proefpersonen moesten aangeven of de eerste of de tweede piek van een zin met twee accenten prominenter was.

Voor de twee experimenten werd gebruik gemaakt van dezelfde stimuli. De stimuli werden gevormd uit de zin 'Amanda van MAAN beraamt een AANval', met accenten op 'Maan' en 'aanval'. Deze uiting werd gemanipuleerd in de volgende opzichten:

- 1) De F0-waarde van de inzet. Er werden drie F0-waarden gebruikt.
  - 2) De lengte van de inzet. Er werden twee lengtes gebruikt; de korte inzet bevatte één syllabe, de lange vier. De stimuli met korte inzet bestonden uit de zin 'Van Maan beraamt een aanval', de stimuli met lange inzet werden gevormd door de zin 'Amanda van Maan beraamt een aanval'.
  - 3) De F0-waarde van de tweede accentpiek. Er werden vijf piekhoogtes gebruikt.
- Met deze variaties in inzetlengte, inzethoogte en P2-hoogte kan de invloed van inzetlengte op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is om gelijke prominentie-indruk te geven onderzocht worden. De uiting werd ter controle in het volgende opzicht gemanipuleerd:
- 4) De F0-waarde van het tussenstuk. Omdat de mogelijkheid bestaat dat het stuk tussen de eerste en de tweede piek de rol van ontbrekende inzetinformatie overneemt wanneer de inzet kort is, werden er twee tussenstukhoogten gebruikt.

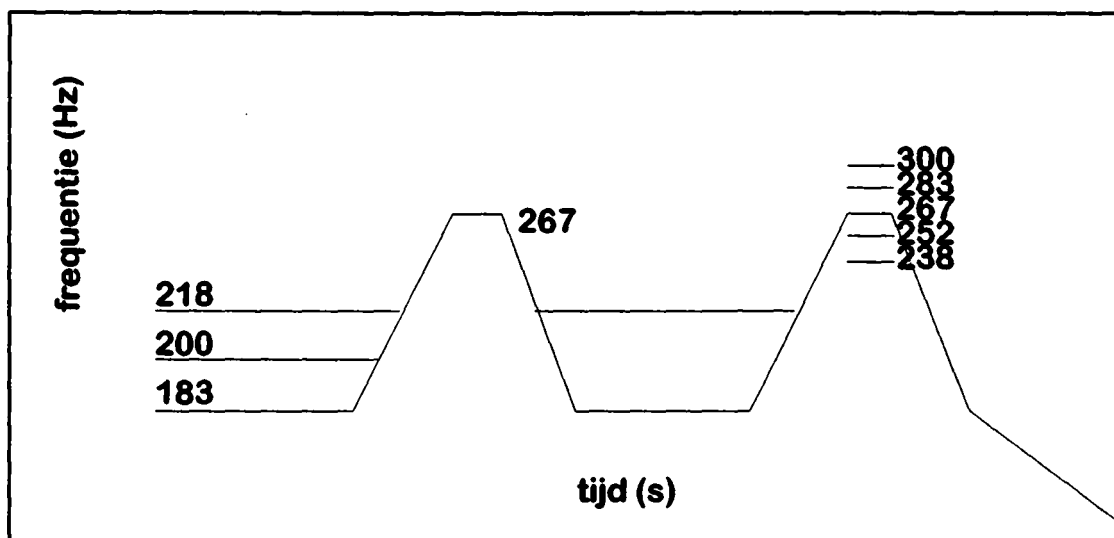
### 2.2 Opname en bewerking

Een vrouwelijke Nederlandse spreker sprak de zin 'Amanda van Maan beraamt een aanval' uit. Zij kreeg de instructie de zin uit te spreken met punt-hoedaccenten op de syllaben 'Maan' en 'aan' (van 'aanval') en een overigens zo neutraal mogelijk F0-contour. Deze spraak werd opgenomen in een opnamestudio, waarbij gebruik werd gemaakt van apparatuur van professionele kwaliteit. Met behulp van het spraakprogramma GIPOS werd de uiting rechtstreeks opgenomen op een computer, met een samplefrequentie van 16 kHz. De F0-contour van de uiting werd berekend met het algoritme PDT. Vervolgens werd met behulp van hetzelfde spraakprogramma een set van 30 kunstmatige F0-contouren met lange inzet geconstrueerd door 3 inzethoogten, 2 tussenstukhoogten, 5 P2-hoogten en 1 P1-hoogte orthogonaal te combineren (zie figuur 1). Voor de resynthese werd PIOLA gebruikt. De F0-waarden werden afgeleid van de gemeten inzet- en P1-

frequentie in de uiting. De gemeten inzethoogte was 200 Hz, de gemeten P1-frequentie was 267 Hz. Deze waarden werden respectievelijk gebruikt als middelste inzetfrequentie, en als P1-frequentie en middelste P2-frequentie. De twee andere inzethoogten waren respectievelijk 1,5 semitonen (st) hoger en 1,5 st lager dan de middelste inzethoogten. De laagste en de hoogste inzethoogte werden gebruikt voor het tussenstuk. De piekhoogten werden gevarieerd in stappen van 1 st. De stijging begon bij beide accentpieken 40 ms voor de klinkerinzet, en duurde 120 ms. De daling begon 110 ms na de klinkerinzet en duurde ook 120 ms. De vlakke top van de accentpieken duurde 30 ms. De /a/ van 'Maan' duurde 179 ms, de /a/ van 'aanval' duurde 209 ms. De gemanipuleerde contouren bestonden uit rechte lijnen. De inzet en het tussenstuk van de F0-contour waren vlak. Hiervoor waren drie redenen: 1) omdat de lengte gevarieerd is zou de helling van de inzet of het verval tijdens de inzet variëren wanneer de lengte gevarieerd wordt, wat zou betekenen dat we niet naar het effect van lengte op zich kunnen kijken; 2) wanneer het tussenstuk zou declineren zou het niet goed verhoogd kunnen worden omdat dit fonologische verschillen zou kunnen opleveren; 3) door de inzet en het tussenstuk vlak te houden weten we precies wat de F0 van deze stukken spraak is. De eindfrequentie werd constant gehouden op 150 Hz, wat betekent dat de F0-contour na de tweede piek afliep. De stimuli hadden de volgende waarden:

Inzethoogte:	183, 200, 218 Hz
Tussenstukhoogte:	183, 218 Hz
P1-hoogte:	267 Hz
P2-hoogte:	238, 252, 267, 283, 300 Hz

Deze parameters zijn geïllustreerd in figuur 1. De totale duur van de stimuli met de lange inzet was 2.262 ms. Van de dertig lange stimuli werd het gedeelte 'Amanda' afgeknipt om dertig korte stimuli te verkrijgen. De totale duur van deze korte stimuli was 1.801 ms. De korte inzet was 229 ms lang en de lange inzet was 688 ms lang. Op deze manier werden zestig experimentele stimuli met een P1-hoogte van 267 Hz verkregen.



figuur 1. Schematische weergave van de stimuli.

Om filler-stimuli te maken werd de uiting gemanipuleerd met betrekking tot de F0-waarde van de eerste piek. Er werden drie F0-waarden gebruikt. De uiting werd in dit opzicht gemanipuleerd om te vermijden dat de luisteraar alleen naar de piek luistert en niet meer naar de inzet wanneer hij de piek 'kent', en om te controleren of de luisteraar consequent is.

Er werden 120 filler-stimuli gemaakt door twee P1-hoogten, 3 inzethoogten, 2 inzetlengten, 2 tussenstukhoogten en 5 P2-hoogten orthogonaal te combineren. De twee P1-waarden waren 252 Hz en 283 Hz (1 st hoger en 1 st lager dan 267 Hz). De inzet-, tussenstuk- en P2-hoogten hadden dezelfde frequentiewaarden als bij de experimentele stimuli. Ook de lengten van de inzet waren hetzelfde als in de experimentele stimuli (de lange inzet bestond uit 'Amanda van', de korte inzet bestond uit 'Van'). Van de zestig lange stimuli werd net als bij de experimentele stimuli het gedeelte 'Amanda' afgeknipt om zestig korte stimuli te verkrijgen. Van zowel de filler-stimuli met een P1-waarde van 252 Hz als de filler-stimuli met een P1-waarde van 283 Hz werd de helft van de stimuli aan de luisteraars aangeboden. In het geval van de stimuli met een P1-waarde van 252 Hz waren dit de lange stimuli met een hoog tussenstuk en de korte stimuli met een laag tussenstuk. In het geval van de stimuli met een P1-waarde van 283 Hz waren dit de lange stimuli met een laag tussenstuk en de korte stimuli met een hoog tussenstuk. In totaal werden er 120 stimuli aangeboden: zestig experimentele stimuli (P1 = 267 Hz) en zestig filler-stimuli (P1 = 238 en 252 Hz).

## 2.3 Procedure

### 2.3.1 Experiment 1

Experiment 1 was een beoordelingsexperiment waarbij de proefpersonen als taak hadden de

prominentie van de eerste en de tweede piek in een uiting te beoordelen. Het experiment bestond uit twee onderdelen. Tijdens het ene onderdeel moesten de proefpersonen de eerste piek beoordelen, tijdens het andere onderdeel de tweede piek. In beide onderdelen werd iedere stimulus twee keer aangeboden. Met 120 stimuli levert dat ( $120 * 2 * 2 =$ ) 480 aanbiedingen op.

Aan het begin van beide sessies kregen de proefpersonen eerst twee referentiestimuli te horen, waarvan de te beoordelen piek respectievelijk de hoogste en de laagste waarde had, terwijl de rest van de contour constant was, met een lage andere piek. Op het instructievel werd aangegeven dat de eerste stimulus volgens ons zeer prominent was, en de tweede weinig prominent. Daarop volgde een oefensessie bestaand uit 20 willekeurig gekozen stimuli, waarna de echte test begon. De stimuli werden in random volgorde gepresenteerd. Er werden twee random lijsten gecreëerd; ongeveer de helft van de proefpersonen kreeg lijst 1 te horen voor de beoordeling van de eerste piek en lijst 2 voor de beoordeling van de tweede piek, terwijl dit werd omgedraaid voor de rest van de proefpersonen. Eén groep beoordeelde eerst de eerste piek en in de volgende sessie de tweede piek, bij de andere groep was deze volgorde omgekeerd. De proefpersonen werden geïnstrueerd de stimuli te beoordelen door op een balk met 10 vakjes aan te kruisen hoe prominent zij het te beoordelen woord vonden. Aan de linkerkant van de balk stond 'weinig nadruk', aan de rechter kant stond 'veel nadruk'. De proefpersonen werd gevraagd de gehele balk zo veel mogelijk te benutten. De stimuli werden gepresenteerd in blokken van tien, met een interstimulus interval (ISI) van 5 sec. De blokken van tien werden gescheiden door twee piepjes. Op de helft van ieder blok was één piepje te horen. De stimuluslijsten werden met behulp van het programma AFPLIST rechtstreeks van de computer afgespeeld. In groepjes van maximaal acht kregen de proefpersonen de testen via koptelefoons aangeboden in het geluidsarme luisterlokaal van het IPO. De sessies duurden ieder ongeveer een half uur.

Vijfentwintig proefpersonen namen deel aan dit experiment. Dit waren voor een deel stagiaires en afstudeerders aan het IPO, en voor een deel studenten van de Technische Universiteit Eindhoven. De laatstgenoemde groep kreeg een vergoeding voor de deelname aan het experiment.

### **2.3.2 Experiment 2**

Het tweede experiment, dat werd uitgevoerd als controle op de taak van het eerste experiment, was een vergelijkingsexperiment waarbij de proefpersonen als taak hadden te beoordelen of de eerste of de tweede piek van de uiting prominenter was.

De 120 stimuli werden in dit experiment twee keer aangeboden, dus er waren 240 aanbiedingen. Er werden net als in het eerste experiment twee random lijsten gecreëerd. Eén helft van de proefpersonen luisterde naar lijst 1, de andere helft luisterde naar lijst 2. De stimuluslijsten werden voorafgegaan door een oefensessie bestaand uit twintig willekeurig gekozen stimuli. Daarna volgde de echte test. De stimuli werden gepresenteerd in blokken van tien, met een interstimulus interval (ISI) van 5 sec. De blokken van tien werden gescheiden door twee piepjes. Op de helft van ieder blok was één piepje te horen. De stimuluslijsten werden met behulp van het

programma AFPLIST rechtstreeks van de computer afgespeeld. In groepjes van maximaal acht kregen de proefpersonen de testen via koptelefoons aangeboden in het geluidsarme luisterlokaal van het IPO. De proefpersonen werd gevraagd op het antwoordformulier aan te geven welk van de woorden 'Maan' en 'aanval' volgens hen meer nadruk had door het vakje onder dit woord aan te kruisen. De sessie duurde ongeveer een half uur.

Zestien proefpersonen, andere dan in het eerste experiment, namen deel aan dit experiment. Dit waren voor een deel stagiaires en afstudeerders aan het IPO, en voor een deel studenten van de Technische Universiteit Eindhoven. De laatstgenoemde groep kreeg een vergoeding voor de deelname aan het experiment.

### **3. RESULTATEN**

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de twee experimenten. Alleen de resultaten verkregen met de stimuli waarin P1 een waarde van 267 Hz heeft zijn geanalyseerd. Voor iedere uitgevoerde analyse worden de verwachtingen met betrekking tot de resultaten beschreven, en wordt aangegeven of deze verwachtingen uitgekomen zijn. In hoofdstuk vier zullen de resultaten verder worden besproken.

#### **3.1 Hoofdexperiment**

##### **3.1.1 Invloed op P1-P2-verschillen benodigd voor gelijke prominentie**

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt: Is de relatieve prominentie van accenten in een frase afhankelijk van het toonhoogtebereik in een frase?

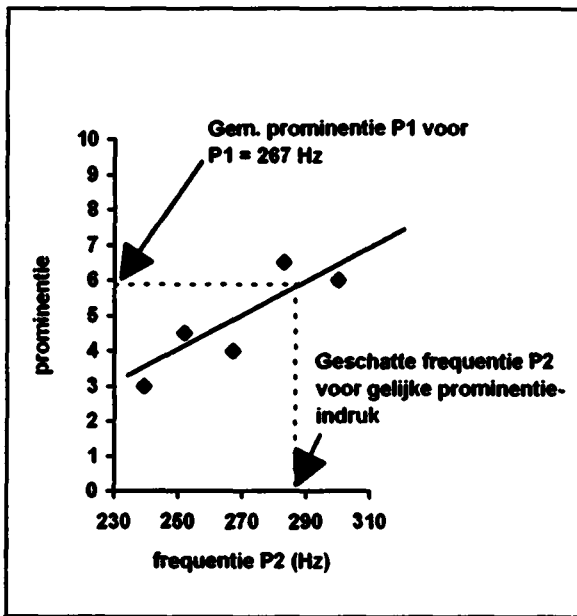
Deze vraag is als volgt geoperationaliseerd. Er werd onderzocht of de hoogte van de inzet van invloed is op de benodigde verschillen tussen P1 en P2 (in Hz) om een indruk van gelijke prominentie te geven, maar alleen wanneer de inzet lang genoeg is. In termen van het model uit hoofdstuk één kan gesteld worden dat er gemeten is of de hoogte van de inzet van invloed is op de helling van de toplijn (de iso-prominentiecurve). De claim van het model is dat de helling van de toplijn steiler wordt wanneer de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte basislijn groter wordt. Volgens het model kan deze afstand alleen geschat worden wanneer de inzet voldoende informatie bevat om een getrouwe schatting van de hoogte van de abstracte referentielijn mogelijk te maken. De helling van de toplijn wordt gerepresenteerd door het verschil in Hz dat nodig is tussen P1 en P2 zodat deze twee accentpieken als even prominent waargenomen worden. De taak die de proefpersonen in het hoofdexperiment hadden was het beoordelen van de prominentie van P1 en P2 op een schaal van één tot tien. Dit gebeurde in aparte sessies; in de ene sessie werd P1 beoordeeld, in de andere sessie P2. Op basis van deze prominentie-oordelen voor P1 en P2 werd voor iedere combinatie van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte het benodigde P1-P2-verschil in Hz voor gelijke prominentie berekend.

Met betrekking tot deze afhankelijke variabele kunnen de volgende verwachtingen afgeleid worden op basis van het in hoofdstuk 1 beschreven model. Wanneer de inzet lang is wordt verwacht dat de hoogte van de inzet van invloed is op het benodigde verschil tussen P1 en P2 om een indruk van gelijke prominentie te geven. Volgens het model is de helling van de toplijn (de iso-prominentiecurve) immers afhankelijk van de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte basislijn. De hoogte van deze basislijn wordt volgens het model geschat op basis van de inzet, en kan alleen geschat worden wanneer de inzet lang genoeg is. In dit experiment betekent dit dat de hoogte van de inzet alleen van

invloed is op het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie wanneer de inzet lang is. De verwachting is dat bij een lange inzet het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie kleiner zal worden wanneer de inzet verhoogd wordt. Door de inzet te verhogen wordt de afstand van het (niet veranderde) F0-maximum van P1 tot de basislijn immers verkleind; dit correspondeert perceptief met een relatief vlakke iso-prominentiecurve, dus er is een kleiner P1-P2-verschil nodig voor gelijke prominentie van P1 en P2. Het model voorspelt namelijk dat de topline minder steil wordt (dus het P1-P2-verschil minder groot) wanneer de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de inzet kleiner wordt. Bij een korte inzet zal het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie niet variëren als gevolg van variatie van de inzethoogte. De verwachting is dat de luisteraar bij een korte inzet een standaardwaarde van de hoogte van de abstracte basislijn zal veronderstellen, omdat er niet voldoende inzetinformatie aanwezig is om de hoogte van de abstracte basislijn te schatten. Op basis van het model wordt ook voorspeld dat de hoogte van het tussenstuk geen enkele invloed zal hebben op het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie. Dit geldt zowel voor een lange als voor een korte inzet. Volgens het model is immers alleen het stuk spraak vóór de eerste piek van belang voor de schatting van de hoogte van de abstracte basislijn.

De volgende analyse werd uitgevoerd om erachter te komen of de hierboven besproken verwachtingen uitkomen. Voor iedere proefpersoon afzonderlijk werd voor iedere combinatie van inzetlengte, inzethoogte en tussenstukhoogte de frequentie van P2 geschat waarbij P1 en P2 als even prominent beoordeeld worden. Deze schatting werd gebaseerd op de afzonderlijke prominentie-oordelen voor P1 en P2. Dit gebeurde als volgt: 1) er werd een lineaire regressie berekend van de frequentie van P2 op de beoordeelde prominentie van P2, en 2) in de verkregen regressievergelijking werd de gemiddelde prominentie van P1 voor die combinatie van inzetlengte, inzethoogte en tussenstukhoogte ingevuld. Hier wordt ter verduidelijking nader toegelicht op welke manier de frequentie geschat wordt op basis van de prominentieresponsies (zie figuur 1).





figuur 1. Voorbeeld van schatting van de frequentie van P2 om een gelijke prominentie te krijgen bij P1 = 267 Hz en gemiddelde prominentie van P1 = 5.9, door berekening van de lineaire regressielijn.

De prominentiewaarden voor P2 werden uitgezet tegen de frequenties van P2 (in Hz). Ieder paar van P2-frequentie en beoordeelde P2-prominentie werd gerepresenteerd door een punt. De P2-prominentie is het gemiddelde van twee beoordelingen. Omdat er vijf P2-waarden gebruikt zijn, bevat de grafiek vijf punten. Door deze vijf punten werd een lijn getrokken die berekend werd met lineaire regressie-analyse (deze lijn wordt gerepresenteerd door de vergelijking  $Y = bX + a$ ). Deze regressielijn maakt het mogelijk om op basis van de beoordeelde prominentie van een piek de frequentie van deze piek te schatten. Om nu de frequentie van P2 te schatten waarbij P1 en P2 als even prominent beoordeeld worden, werd vervolgens de gemiddelde beoordeelde prominentie van P1 in de figuur gerepresenteerd als een punt op de prominentie-as. Op basis van deze prominentiewaarde van P1 kon de frequentie van P2 waarbij het prominentie-oordeel even hoog was als dat voor P1 als volgt geschat worden. Loodrecht op de prominentie-as werd een lijn getrokken vanuit het P1-prominentie-punt tot de regressielijn door de P2-punten. Vanuit het punt waar deze lijnen elkaar kruisen werd een lijn getrokken naar de frequentie-as. Op deze as kon nu de P2-frequentie voor gelijke prominentie van P1 en P2 afgelezen worden. Het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie kon vervolgens berekend worden, nl. P1 (= 267 Hz) minus de verkregen P2-frequentie. (Zie bijlage 2 tabel IIIa voor deze verschillen en tabel IIIb voor de bijbehorende correlatie-coëfficiënten.) Op deze manier werden schattingen van het P1-P2-verschil (in Hz) verkregen voor de twaalf combinaties van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte, voor iedere proefpersoon afzonderlijk.

Op de verkregen afhankelijke variabelen (P1-P2-verschillen voor gelijke prominentie) werd een drieweg variantie-analyse uitgevoerd met 'inzetlengte', 'inzethoogte' en 'tussenstukhoogte' als fixed onafhankelijke variabelen en 'proefpersoon' als replicatiefactor (zie bijlage 2 tabel IV). De resultaten van deze analyse zijn als volgt (zie

tabel I en II).

**Tabel I: Gemiddelde P1-P2-verschillen benodigd voor gelijke prominentie voor de onafhankelijke variabelen inzethoogte en inzetlengte, in Hz, gepooled voor tussenstukhoogte (een negatief verschil betekent dat P2 hoger is dan P1).**

	inzet kort	inzet lang	gemiddelde per inzethoogte
inzet laag	0.7	-3.6	-1.5
inzet midden	-2.4	-3.8	-3.1
inzet hoog	0.9	4.3	2.6
gemiddelde per inzetlengte	-0.3	-1.0	

**Tabel II: Gemiddelde P1-P2-verschillen benodigd voor gelijke prominentie voor de onafhankelijke variabele tussenstukhoogte, in Hz (een negatief verschil betekent dat P2 hoger is dan P1).**

tussenstuk laag	1.8
tussenstuk hoog	-3.1

Er werd een significante interactie gevonden van inzetlengte en inzethoogte op het benodigde P1-P2-verschil ( $F(2,48) = 5.87$ ;  $p < .01$ ). Bij een korte inzet bleef het benodigde P1-P2-verschil ongeveer gelijk. Bij een lange inzet nam het P1-P2-verschil toe naarmate de inzet hoger werd (P2 werd relatief lager ten opzichte van P1 als de inzet hoger werd). De interactie tussen inzetlengte en inzethoogte, die voorspeld was op basis van het model, werd dus inderdaad gevonden. Maar toch komen deze resultaten niet overeen met de verwachtingen. Volgens de verwachtingen zou P2 bij een lange inzet relatief meer verhoogd moeten worden wanneer de inzet verhoogd wordt, omdat de toplijn dan minder steil zou worden. De helling van de toplijn is volgens het model immers afhankelijk van de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte basislijn; hoe groter deze afstand, des te steiler de helling. De resultaten laten echter zien dat het benodigde P1-P2-verschil alleen bij een hoge inzet positief is, terwijl het bij een lage en middelhoge inzet negatief is. Dit betekent dat bij een lage en middelhoge inzet P2 hóger dient te zijn dan P1 om een gelijke prominentie-indruk te geven. Dit is volgens het model niet mogelijk. Bij een hoge inzet dient P2 wél lager te zijn dan P1 om een indruk van gelijke prominentie te geven. De richting van het effect van de hoogte van de inzet is dus tegengesteld aan de verwachtingen. In plaats van omhoog moet de frequentie van P2 voor een indruk van gelijke prominentie

omlaag wanneer de inzet verhoogd wordt. Dit resultaat gaat dus tegen de verwachting in en is moeilijk te interpreteren.

Er werd geen hoofdeffect van de lengte van de inzet gevonden ( $F(1,24) = 0.13$ ; n.s.). Wel was de inzethoogte op zich van invloed op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is voor een indruk van gelijke prominentie ( $F(2,48) = 4.92$ ;  $p < .05$ ). De richting van dit effect is moeilijk te interpreteren.

Ten slotte was de hoogte van het tussenstuk van invloed op het benodigd P1-P2-verschil voor gelijke prominentie ( $F(1,24) = 8.67$ ;  $p < .01$ ). Wanneer het tussenstuk verhoogd werd, nam het benodigd P1-P2-verschil af (P2 werd relatief hoger ten opzichte van P1). Dit effect was tegen de verwachting in, omdat volgens het model alleen het stuk vóór de eerste piek van invloed is op de schatting van de hoogte van de abstracte basislijn.

Het algemene beeld van de hierboven beschreven analyse is zeer rommelig, en de resultaten doen vermoeden dat er iets vreemds aan de hand is. Het lijkt erop dat de taak van het hoofdexperiment niet goed gekozen is. In dit experiment moesten de proefpersonen de pieken in twee sessies beoordelen. In de ene sessie werd voor alle stimuli de eerste piek beoordeeld, en in de andere sessie beoordeelden de proefpersonen P2. Deze procedure lijkt ertoe geleid te hebben dat de beoordelingen voor P1 en P2 niet aan elkaar gekoppeld zijn. Dit probleem wordt verder besproken in paragraaf 4.3. Hierboven is beschreven hoe het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie geschat werd op basis van de gecombineerde prominentie-oordelen voor P1 en voor P2. Omdat deze oordelen perceptief niet aan elkaar gekoppeld lijken te zijn, is het niet vreemd dat de resultaten van deze analyse een rommelig beeld geven. De hierboven beschreven analyse levert dus onbetrouwbare informatie op, waardoor het niet nuttig is de resultaten ervan verder te interpreteren.

### 3.1.2 Invloed op P1- en P2-oordelen

Zoals vermeld in de vorige paragraaf levert de analyse van de benodigde P1-P2-verschillen voor gelijke prominentie geen betrouwbare informatie op. De hoofdvraag van dit onderzoek heeft betrekking op de invloed van het toonhoogtebereik op de relatieve prominentie van accenten in een frase. We probeerden te meten of de inzethoogte alleen van invloed is op de relatieve prominentie van accenten wanneer de inzet lang genoeg is, door het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is voor gelijke prominentie te meten, en de invloed van de inzetlengte en inzethoogte op dit verschil. De claim van het model is immers dat de helling van de toplijn (dus het benodigd P1-P2-verschil voor gelijke prominentie) afhankelijk is van de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte basislijn, en dat de hoogte van de basislijn afhankelijk is van de hoogte van de inzet, en alleen geschat kan worden wanneer de inzet lang genoeg is.

Hoewel de analyse van de geschatte P1-P2-verschillen voor gelijke prominentie

onbetrouwbare informatie oplevert, hoeft dat niet te betekenen dat de resultaten van het experiment waardeloos zijn. Het is niet uitgesloten dat de manipulaties ook effect hebben op de prominentie van P1 en P2 afzonderlijk, en dat de indirecte berekening van het P1-P2-verschil door die effecten doorkruist wordt. Daarom wordt in deze sectie een tweede analyse beschreven. Deze analyse houdt in dat de invloed van de onafhankelijke variabelen inzetlengte, inzethoogte, tussenstukhoogte en P2-hoogte op de aparte beoordelingen van P1 en P2 wordt bekeken. Wanneer er effecten van deze variabelen op de prominentie-oordelen van de pieken gevonden worden, betekent dit dat de resultaten van het experiment toch informatie opleveren over de relatie tussen de F0-karakteristieken van de toonhoogtecontour en de prominentie van accentpieken, ook al kunnen we geen directe uitspraken doen met betrekking tot de benodigde P1-P2-verschillen voor gelijke prominentie.

Tabel III bevat de gemiddelde beoordelingen voor P1 en voor P2, voor de 12 condities. De onafhankelijke variabelen zijn 'inzetlengte', 'inzethoogte', 'tussenstukhoogte' en 'P2-frequentie'. De frequentie van P1 is 267 Hz. Voor de P2-waarden zijn de gemiddelden gebaseerd op 50 aanbiedingen (25 proefpersonen en twee aanbiedingen per stimulus). De gemiddelde P1-oordelen zijn gebaseerd op 250 aanbiedingen. Er zijn voor iedere P2-waarde namelijk twee beoordelingen voor P1 = 267 Hz, waardoor we komen op (25 proefpersonen \* 5 P2-waarden \* 2 aanbiedingen =) 250 aanbiedingen.

**Tabel III: Gemiddelde prominentie-oordelen op een schaal van 1 tot 10, voor P1 = 267 Hz en voor de 5 P2-waarden, voor het hoofdexperiment (de beoordelingstaak).**

Inzet- lengte	inzet- hoogte	tussen- stuk- hoogte	gem. P1- oordeel  P1 = 267 Hz	gemiddeld P2-oordeel				
				238 Hz	252 Hz	267 Hz	283 Hz	300 Hz
lang	laag	laag	6.7	4.3	5.6	6.3	7.7	8.3
		hoog	6.5	4.2	5.4	6.1	7.2	8.3
	midden	laag	6.6	4.2	5.6	6.4	7.7	8.4
		hoog	6.6	4.2	5.3	5.9	6.9	8.6
	hoog	laag	6.0	4.7	5.4	6.4	7.4	8.5
		hoog	5.9	3.9	4.7	5.7	6.9	8.3
kort	laag	laag	6.2	4.3	5.8	6.3	7.7	8.7
		hoog	6.2	4.2	5.4	6.2	7.4	8.0
	midden	laag	6.4	4.2	5.3	6.6	7.6	8.5
		hoog	6.3	4.1	5.0	6.1	7.3	8.3
	hoog	laag	6.1	4.1	5.4	6.9	7.7	8.5
		hoog	5.9	3.8	4.9	5.3	7.1	8.4

In de volgende subparagrafen zal ik deze resultaten verder analyseren en bespreken.

### 3.1.2.1 Invloed op P1-oordelen

Op basis van het model kunnen de volgende verwachtingen afgeleid worden met betrekking tot de invloed van de onafhankelijke variabelen inzetlengte, 'inzethoogte', tussenstukhoogte en P2-hoogte op de prominentie van P1. Wanneer de inzet kort is wordt verwacht dat de onafhankelijke variabelen inzethoogte en tussenstukhoogte niet van invloed zijn op de prominentie van P1. Het idee is immers dat de prominentie van P1 gerelateerd wordt aan de abstracte basislijn. De hoogte van deze basislijn is volgens het model afhankelijk van de hoogte van de inzet, en kan alleen geschat worden wanneer de inzet voldoende informatie bevat en dus lang genoeg is. Om dezelfde reden wordt voorspeld dat bij een lange inzet de inzethoogte juist wel van invloed is op de prominentie van P1; hoe hoger de inzet, des te lager de prominentie van P1. Zowel bij een korte als bij een lange inzet wordt verder geen invloed van de tussenstuk- of P2-hoogte verwacht, omdat volgens het model de hoogte van de abstracte basislijn alleen geschat wordt op basis van het stuk spraak vóór de eerste piek. Het tussenstuk of de tweede piek zal hierop dus geen invloed hebben.

Om de invloed van de onafhankelijke variabelen te analyseren werd op de gemiddelde P1-beoordelingen een vierweg variantie-analyse uitgevoerd met 'inzetlengte', 'inzethoogte', 'tussenstukhoogte' en 'P2-hoogte' als fixed onafhankelijke variabelen en

'proefpersoon' als replicatiefactor (zie Bijlage 2 tabel II). De resultaten van deze analyse zijn als volgt (zie tabel IV en V).

**Tabel IV: Gemiddelde prominentie-oordelen voor P1 op een schaal van 1 tot 10, als functie van hoogte van inzet en lengte van inzet, gepooled voor lage en hoge tussenstukhoogte.**

	inzet kort	inzet lang	gemiddelde per inzethoogte
inzet laag	6.2	6.6	6.4
inzet midden	6.3	6.6	6.5
inzet hoog	6.0	6.0	6.0
gemiddelde per inzetlengte	6.2	6.4	

**Tabel V: Gemiddelde prominentie-oordelen voor P1 op een schaal van 1 tot 10, per frequentiewaarde van P2, gepooled voor alle condities.**

P2	238 Hz	252 Hz	267 Hz	283 Hz	300 Hz
Gemiddeld P1-oordeel	6.6	6.3	6.3	6.2	6.0

- 1) Er werd een significante interactie gevonden tussen inzetlengte en inzethoogte op de prominentiebeoordelingen voor P1 ( $F(2,48) = 4,85$ ;  $p < .05$ ) (zie tabel IV). Het effect van inzethoogte is groter wanneer de inzet lang is dan wanneer de inzet kort is. Met name in het geval van een lange inzet wordt P1 als minder prominent beoordeeld wanneer de inzet hoog is. Dit komt overeen met de verwachting die is afgeleid op basis van het model.
- 2) Er is weliswaar een effect van de hoogte van de inzet op P1 ( $F(2,48) = 14.40$ ;  $p < .01$ ), maar vanwege de interactie tussen inzetlengte en inzethoogte is de precieze grootte van het effect van inzethoogte afhankelijk van de lengte van de inzet, dus interpreteren we dit effect bij voorkeur in samenhang met de interactie. Het effect van inzethoogte is ongeveer volgens verwachting; wanneer de inzet hoger is, wordt P1 als minder prominent beoordeeld (bij een lange inzet).
- 3) Er is ook een significant effect gevonden van de hoogte van P2 op de prominentie van P1. Dit effect gaat de volgende richting uit: hoe hoger de frequentie van P2, hoe lager de beoordeelde prominentie van P1 (zie tabel V). Dit effect werd niet verwacht op

basis van het model. Het model claimt namelijk dat alleen het stuk spraak vóór de eerste piek van belang is voor de schatting van de hoogte van de abstracte referentielijn, welke als referentie gebruikt wordt voor de beoordeling van P1.

- 4) Er werd **geen hoofdeffect** van de **lengte van de inzet** op de beoordeling van P1 gevonden ( $F(1,24) = 2.58$ ; n.s.) (zie tabel IV).
- 5) Er werd **geen significant effect** van **tussenstukhoogte** op de prominentie-oordelen van P1 gevonden ( $F(1,24) = 0,98$ ; n.s.). Dit is volgens verwachting; het model claimt dat alleen het stuk spraak vóór de eerste piek van belang is voor het berekenen van de referentiewaarde (de hoogte van de abstracte referentielijn).
- 6) Er is een **significante interactie** tussen **inzetlengte**, **inzethoogte** en **P2-hoogte** ( $F(8,192) = 2.35$ ;  $p < .05$ ). Deze interactie wordt niet geïnterpreteerd omdat deze te ingewikkeld is.
- 7) Er is een **significante interactie** tussen **inzethoogte**, **tussenstukhoogte** en **P2-hoogte** ( $F(8,192) = 3,19$ ;  $p < .01$ ). Deze interactie wordt niet geïnterpreteerd omdat deze te ingewikkeld is.

### 3.1.2.2 Invloed op P2-oordelen

Op basis van het model kunnen de volgende verwachtingen afgeleid worden met betrekking tot de invloed van de onafhankelijke variabelen inzetlengte, inzethoogte, tussenstukhoogte en P2-hoogte op de prominentie van P2. Wanneer de inzet kort is wordt verwacht dat alleen de P2-hoogte van invloed is op de prominentie van P2. Hoe hoger de frequentie van een piek, des te hoger is de beoordeelde prominentie van deze piek. Er wordt geen effect verwacht van de onafhankelijke variabele inzethoogte. Het idee is dat de prominentie van een piek gerelateerd wordt aan de abstracte basislijn. De hoogte van deze basislijn is volgens het model afhankelijk van de hoogte van de inzet, en kan alleen geschat worden wanneer de inzet voldoende informatie bevat en dus lang genoeg is. Om dezelfde reden wordt voorspeld dat bij een lange inzet de inzethoogte juist wel van invloed is op de prominentie van P2; hoe hoger de inzet, des te lager de prominentie van P2. Uiteraard zal ook in het geval van een lange inzet de hoogte van P2 van invloed zijn op de beoordeelde prominentie van deze piek. Zowel bij een korte als bij een lange inzet wordt verder geen invloed van de tussenstukhoogte verwacht, omdat volgens het model de hoogte van de abstracte basislijn alleen geschat wordt op basis van het stuk spraak vóór de eerste piek. De hoogte van het tussenstuk zal hierop dus geen invloed hebben.

Om de invloed van de onafhankelijke variabelen te analyseren werd op de gemiddelde P2-beoordelingen een vierweg variantie-analyse uitgevoerd met 'inzetlengte', 'inzethoogte', 'tussenstukhoogte' en 'P2-hoogte' als fixed onafhankelijke variabelen en 'proefpersoon' als replicatiefactor. Voor iedere proefpersoon waren er twee aanbiedingen per combinatie van inzetlengte, inzethoogte, tussenstukhoogte en P2-hoogte,  $P1 = 267$  Hz.

De analyse werd uitgevoerd op de gemiddelden van deze twee P2-beoordelingen (Zie Bijlage 2 tabel I). De resultaten van deze analyse zijn als volgt (zie tabel VI, VII en VIII).

**Tabel VI: Gemiddelde prominentie-oordelen voor P2 op een schaal van 1 tot 10, als functie van hoogte van inzet en lengte van inzet, gepooled voor tussenstukhoogte.**

	inzet kort	inzet lang	gemiddelde per inzet
inzet laag	6.4	6.3	6.4
inzet midden	6.3	6.3	6.3
inzet hoog	6.2	6.2	6.2
gemiddelde per inzetlengte	6.3	6.3	

**Tabel VII: Gemiddelde prominentie-oordelen voor P2 op een schaal van 1 tot 10, als functie van hoogte van inzet en hoogte van tussenstuk, gepooled voor inzetlengte.**

	tussenstuk laag	tussenstuk hoog	gemiddelde per inzet
inzet laag	6.5	6.2	6.4
inzet midden	6.4	6.2	6.3
inzet hoog	6.5	5.9	6.2
gemiddelde per tussenstuk	6.5	6.1	

**Tabel VIII: gemiddelde prominentie-oordelen voor P2 op een schaal van 1 tot 10, per frequentiewaarde van P2.**

P2	238 Hz	252 Hz	267 Hz	283 Hz	300 Hz
Gemiddeld P2-oordeel	4.2	5.3	6.2	7.4	8.4

- 1) Uit de resultaten van de variantie-analyse op de P2-oordelen blijkt dat er geen **significante interactie** is tussen **inzetlengte** en **inzethoogte**, de primaire interesse van het onderzoek ( $F(2,48) = 0.34$ ; n.s.) (zie tabel VI). Dit is niet in overeenstemming met de voorspellingen van het model; het model voorspelt namelijk dat de hoogte van de abstracte basislijn geschat wordt op basis van de inzet, mits de inzet lang genoeg is.

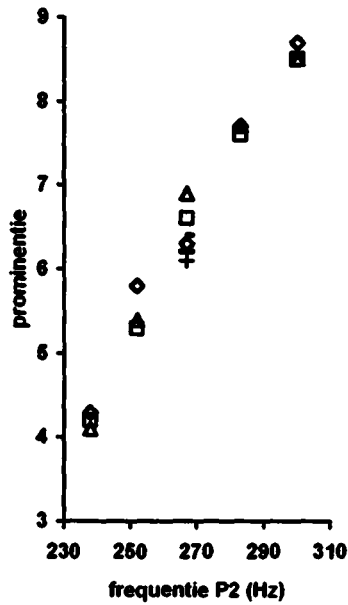


Deze abstracte basislijn zou dan weer gebruikt worden als referentie voor de beoordeling van de prominentie van P2, waardoor P2 bij een lange inzet als minder prominent beoordeeld zou worden wanneer de inzet verhoogd wordt.

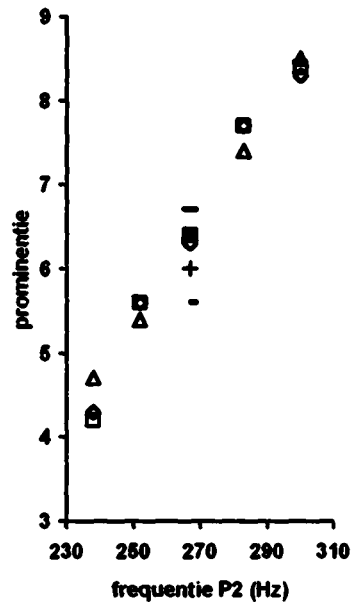
- 2) Er werd wel een **groot effect** gevonden van de **hoogte van P2** op de beoordeelde prominentie van P2 ( $F(4,96) = 171.46; p = 0$ ) (zie tabel VIII). Wanneer de frequentie van P2 hoger is wordt P2 als prominenter beoordeeld. Dit is volgens verwachting en geeft ook aan dat de oordelen per piek wél valide zijn.
- 3) Er werd een **interactie tussen inzethoogte en tussenstukhoogte** op de P2-oordelen gevonden ( $F(2,48) = 9.29; p < .01$ ) (zie tabel VII). Wanneer het tussenstuk hoog is, is de hoogte van de inzet van invloed op de prominentie van P2; bij een hoog tussenstuk en een hoge inzet wordt P2 als minder prominent beoordeeld dan bij een hoog tussenstuk en een lage of middelhoge inzet. Wanneer het tussenstuk laag is, is er geen effect van inzethoogte op de prominentie van P2. Dit resultaat is niet in overeenstemming met de voorspellingen van het model. Volgens het model is alleen het stuk spraak vóór de eerste piek van belang voor het schatten van de referentiewaarde (de abstracte basislijn) en heeft het stuk na de eerste piek (hier het tussenstuk) hier geen invloed op.
- 4) **Inzethoogte en tussenstukhoogte** leveren ook **significante hoofdeffecten** op de prominentie van P2 (respectievelijk ( $F(2,48) = 4.29; p < .05$ ) en ( $F(1,24) = 12.54; p < .01$ ), maar vanwege de interactie kijken we bij de interpretatie weer primair naar de samenhang. We zien dat de gemiddelde P2-oordelen per inzethoogte lager worden wanneer de inzet verhoogd wordt. Het lage P2-oordeel voor de hoge inzet is echter voornamelijk een gevolg van de conditie 'hoge inzet en hoog tussenstuk'; de hoogte van de inzet heeft alleen effect wanneer het tussenstuk hoog is. Wanneer het tussenstuk hoog is wordt P2 als minder prominent beoordeeld bij een hoge inzet dan bij een lage en middelhoge inzet. Het gevolg is dat de prominentie van P2 alleen omlaag gaat wanneer zowel de inzet als het tussenstuk verhoogd zijn.  
Dit resultaat is niet in overeenstemming met de voorspellingen van het model. Volgens het model is alleen het stuk spraak vóór de eerste piek van belang voor het schatten van de referentiewaarde (de abstracte basislijn) en heeft het stuk na de eerste piek (hier het tussenstuk) hier geen invloed op.
- 5) Er werd **geen significant hoofdeffect** van **inzetlengte** gevonden ( $F(1,24) = 0.21; n.s.$ ).

In de figuren 1a t/m d zijn de gemiddelde P2-oordelen voor alle proefpersonen samen uitgezet als functie van P2-frequentie. Ook het gemiddelde P1-oordeel voor  $P1 = 267$  Hz is in de figuren aangegeven, voor iedere inzethoogte apart.

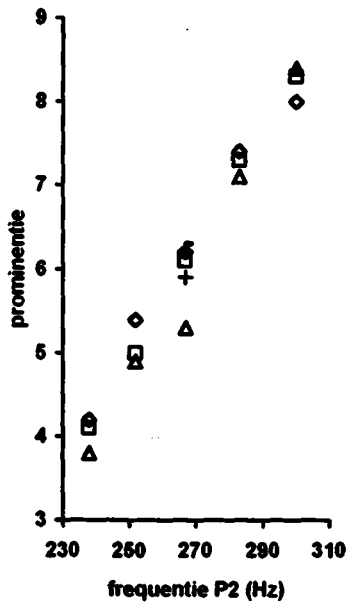
1a) korte inzet, laag tussenstuk



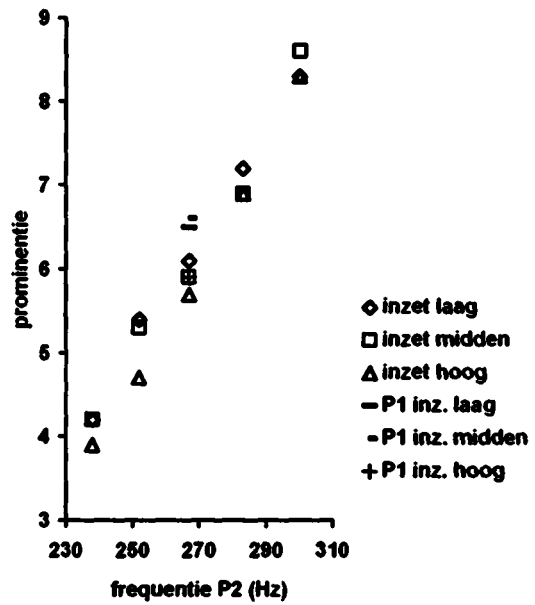
1b) lange inzet, laag tussenstuk



1c) korte inzet, hoog tussenstuk



1d) lange inzet, hoog tussenstuk



- ◇ inzet laag
- inzet midden
- △ inzet hoog
- P1 inz. laag
- P1 inz. midden
- + P1 inz. hoog

Figuur 1 a t/m d. Gemiddelde prominentie-oordelen voor P2 op een schaal van 1 tot 10, voor de 12 combinaties van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte uitgezet als functie van de frequentie van P2.

Uit de figuren 1a t/m d blijkt duidelijk dat de frequentie van P2 van invloed is op de prominentiewaarde die de luisteraars aan de piek toekennen.

### 3.1.3 beoordelingen van P1 en P2 voor $P1 = P2 = 267$ Hz

De volgens de indirecte methode berekende P1-P2-verschillen (zie tabel I) suggereerden dat het benodigde verschil voor gelijke prominentie dicht rond de 0 ligt. Daarom werd er als controle een extra analyse uitgevoerd die direct zicht geeft op prominentieverschillen in de conditie waar P1 en P2 gelijke F0-maxima hebben. Deze analyse werd uitgevoerd op de resultaten van het hoofdexperiment om een antwoord te krijgen op de vraag of de proefpersonen P2 als prominenter beoordelen dan P1 wanneer beide pieken dezelfde frequentie hebben. Wanneer dit inderdaad het geval is zou dit betekenen dat de proefpersonen verwachtingen met betrekking tot declinatie in aanmerking hebben genomen bij de beoordeling van de prominentie van de F0-pieken (het declinatie-effect).

Er is een variantie-analyse uitgevoerd op de beoordelingen van P1 en P2 voor  $P1 = P2 = 267$  (zie Bijlage 2 tabel V). Deze analyse was een tweeweg variantie-analyse, met 'proefpersoon' en 'plaats in de uiting' als fixed onafhankelijke variabelen, en 'conditie' (combinatie inzetlengte, inzethoogte, tussenstuk) als replicatiefactor. Uit de variantie-analyse blijkt dat P1 gemiddeld als prominenter wordt beoordeeld dan P2 (gemiddeld oordeel P1: 6.3, gemiddeld oordeel P2: 6.2), maar dit effect is niet significant ( $F(1,11) = 1.28$ ; n.s.). Het verschil tussen proefpersonen is significant ( $F(24,264) = 15.34$ ;  $p < .01$ ). In tabel VIII staan de gemiddelde P1- en P2-oordelen per proefpersoon, en het gemiddelde verschil in prominentie tussen P1 en P2, oplopend gesorteerd op grootte van het verschil.

**Tabel IX: Beoordelingen voor P1 en P2 en de verschillen tussen deze gemiddelde beoordelingen, per proefpersoon gemiddeld over alle condities, voor P1 = P2 = 267 Hz.**

PP	gem. P1- beoordeling	gem. P2- beoordeling	gem. verschil beoordeling P1-P2
10	4.3	5.9	-1.6
19	5.8	7.3	-1.5
18	3.8	5.3	-1.5
11	5.6	6.7	-1.1
8	7.5	8.5	-1.0
22	5.8	6.6	-0.8
1	6.2	7.0	-0.8
7	5.3	6.0	-0.7
9	6.3	6.7	-0.4
5	6.9	7.3	-0.4
12	6.4	6.7	-0.3
13	5.2	5.4	-0.2
23	5.9	6.0	-0.1
2	5.6	5.5	0.1
17	6.0	5.6	0.4
20	6.3	5.8	0.5
6	6.4	5.6	0.8
25	6.3	5.5	0.8
16	6.5	5.5	1.0
24	6.5	5.5	1.0
15	6.1	5.0	1.1
14	8.0	6.3	1.7
21	7.7	6.0	1.7
4	8.3	6.5	1.8
3	9.7	6.2	3.5

De resultaten van deze analyse (zie tabel IX) laten zien dat slechts 12 van de 25 proefpersonen P2 gemiddeld als prominenter beoordelen dan P1. Dus minder dan de helft van de proefpersonen vertoont het effect dat P2 prominenter wordt gevonden dan P1 wanneer beide dezelfde frequentie hebben, het declinatie-effect. In dezelfde tabel is te zien dat de proefpersonen niet verdeeld kunnen worden in twee groepen waarvan de ene P2 duidelijk prominenter vindt dan P1, en de andere P1 duidelijk prominenter dan P2. De verschillen tussen P1 en P2 lopen geleidelijk op van negatief naar positief.

Op deze resultaten wordt verder ingegaan in paragraaf 4.2.

### 3.2 Controle-experiment

Als controle op de taak van het hoofdexperiment werd een tweede taak uitgevoerd. De proefpersonen moesten voor iedere stimulus beoordelen of ze de eerste of de tweede piek prominenter vonden. Het was de bedoeling om voor beide experimenten voor iedere combinatie van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte de percentages 'P2 prominenter dan P1'-oordelen te berekenen, om vervolgens te kijken of de resultaten van beide experimenten ruwweg overeenkwamen.

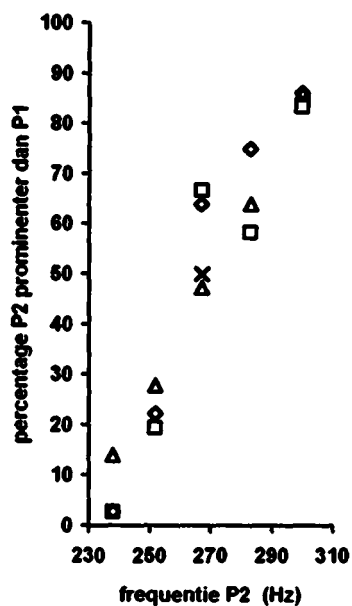
De resultaten van het controle-experiment zijn als volgt verwerkt. Eerst werd voor iedere P2-waarde voor iedere combinatie van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte het aantal 'P2 prominenter dan P1' oordelen over alle proefpersonen samen geteld, en geconverteerd naar percentages. Deze percentages staan in tabel X. De percentages zijn gebaseerd op 32 beoordelingen (16 proefpersonen, 2 beoordelingen) per combinatie van inzethoogte, inzetlengte, tussenstukhoogte en P2.

**Tabel X: Percentages 'P2 prominenter dan P1' voor P1 = 267 Hz en voor de 5 P2-waarden, voor alle proefpersonen samen**

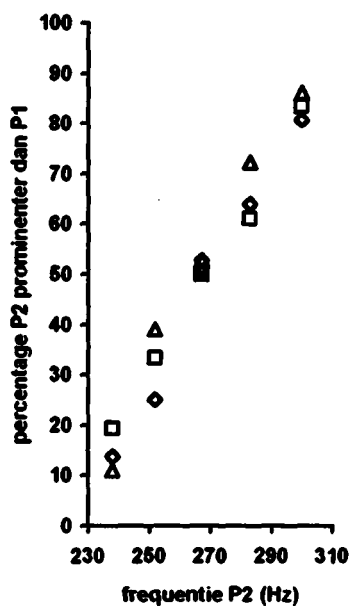
inzet- lengte	inzet- hoogte	tussen- stuk- hoogte	percentage 'P2 prominenter dan P1'				
			238 Hz	252 Hz	267 Hz	283Hz	300 Hz
lang	laag	laag	13.8	25.0	52.8	63.9	80.6
		hoog	5.6	19.4	30.6	63.9	86.1
	midden	laag	19.4	33.3	50.0	61.1	83.3
		hoog	0.0	30.6	33.3	75.0	83.3
	hoog	laag	11.1	38.9	52.8	72.2	86.1
		hoog	0.0	19.4	47.2	75.0	83.0
kort	laag	laag	2.8	22.2	63.9	75.0	86.1
		hoog	8.3	30.6	27.8	83.3	80.6
	midden	laag	2.7	19.4	66.7	58.3	83.3
		hoog	5.6	25.0	27.8	72.2	75.0
	hoog	laag	13.9	27.8	47.2	63.9	86.1
		hoog	5.6	25.0	38.9	72.2	75.0

In de figuren 3a t/m d zijn de percentages 'P2 prominenter dan P1' uitgezet tegen de frequentie van P2.

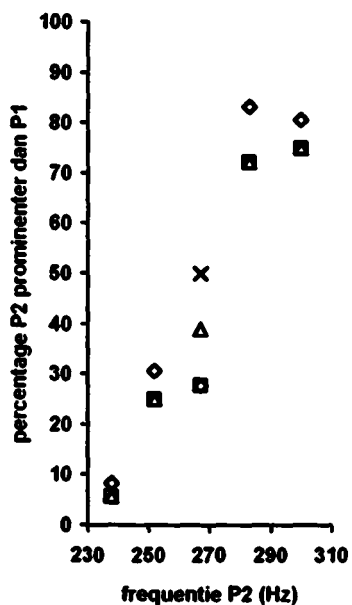
3a) korte inzet, laag tussenstuk



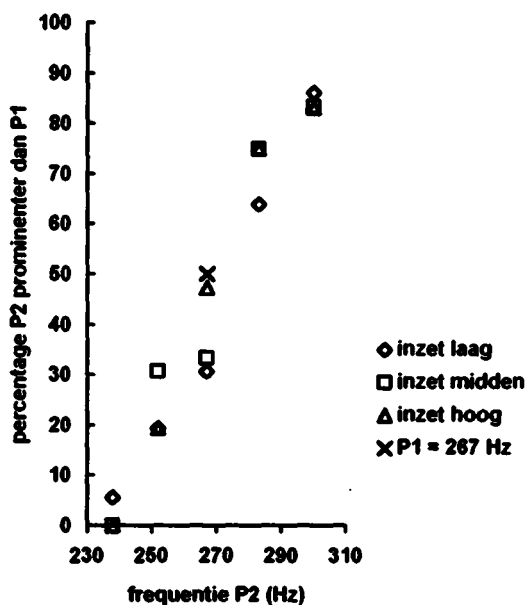
3b) lange inzet, laag tussenstuk



3c) korte inzet, hoog tussenstuk



3d) lange inzet, hoog tussenstuk



◆ inzet laag  
 □ inzet midden  
 ▲ inzet hoog  
 × P1 = 267 Hz

Figuur 3 a t/m d. De percentages 'P2 prominenter dan P1' voor de 12 combinaties van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte, als functie van de frequentie van P2.

Ter vergelijking bevat tabel VI in Bijlage 2 de percentages 'P2 prominenter dan P1' voor het hoofdexperiment. Deze percentages zijn afgeleid op basis van de beoordelingen van P1 en P2 op een tienpuntsschaal. Hiertoe werd voor iedere proefpersoon afzonderlijk een tabel opgemaakt zoals tabel III, en vervolgens voor iedere P1/P2-combinatie bepaald of P1 of P2 als prominenter werd beoordeeld. Voor alle P1/P2-combinaties werd vervolgens geteld hoeveel keer P2 als prominenter werd beoordeeld dan P1, en deze aantallen werden geconverteerd naar percentages.

In paragraaf 3.1.1 werd melding gemaakt van het vermoeden dat er iets mis is met de taak van het hoofdexperiment. Een vergelijking van de percentages 'P2 prominenter dan P1' voor het hoofd- en het controle-experiment vormt een bevestiging van dit vermoeden. De percentages van het controle-experiment (tabel X) lopen keurig op naarmate de hoogte van P2 toeneemt; hoe hoger P2 des te vaker wordt deze als prominenter dan P1 beoordeeld. De percentages uit het hoofdexperiment vertonen een heel ander beeld; ongeacht de hoogte van P2 ligt het percentage 'P2 prominenter dan P1' altijd rond de 50 procent. Dit is een zeer onwaarschijnlijk resultaat omdat het betekent dat P2 gemiddeld altijd als even prominent wordt beoordeeld als P1, ongeacht de hoogte van P2. Dit resultaat is echter te verklaren wanneer we aannemen dat de oordelen voor P1 en P2 in het hoofdexperiment perceptief niet aan elkaar gekoppeld zijn omdat P1 en P2 beoordeeld werden in aparte sessies.

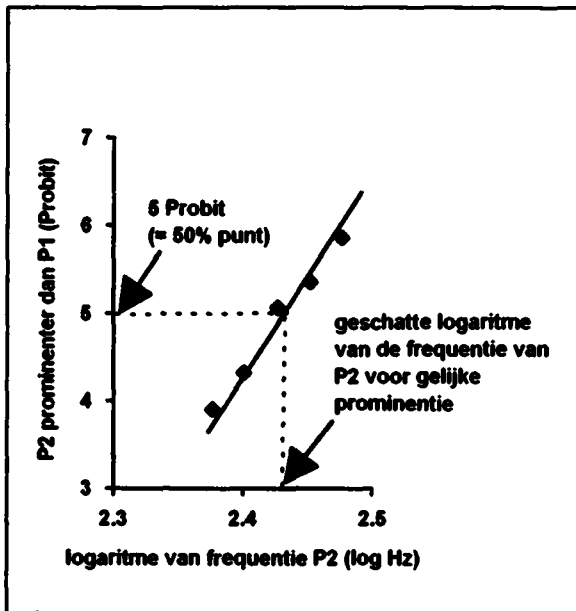
In tegenstelling tot de taak van het hoofdexperiment geeft de taak van het controle-experiment wél directe informatie over de relatie tussen P1 en P2. Daarom is een extra analyse uitgevoerd om te analyseren of de onafhankelijke variabelen inzetlengte, inzethoogte en tussenstukhoogte van invloed waren op het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie.

De percentages 'P2 prominenter dan P1' van het controle-experiment zijn omgezet naar de Probitschaal (Finney, 1971). (Zie Bijlage 2 tabel VII.) De Probit-transformatie dient ertoe de niet-lineaire procentschaal om te zetten naar een lineaire schaal. De formule van deze transformatie is als volgt:

De probit van een probabiliteit P is Y, waar

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Y e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

Voor iedere combinatie van inzetlengte, inzethoogte en tussenstukhoogte is de frequentie van P2 geschat waarbij P1 en P2 als even prominent beoordeeld werden. Dit gebeurde als volgt (zie figuur 4).



figuur 4. Voorbeeld schatting van de frequentie van P2 om een gelijke prominentie-indruk te krijgen bij P1 = 267 Hz, door berekening van de lineaire regressielijn.

De naar Probit getransformeerde percentages 'P2 prominenter dan P1' voor de 5 frequenties van P2 werden uitgezet tegen de logaritme van de frequentie van P2 (Hz). Ieder paar van P2-frequentie en naar Probit getransformeerd percentage 'P2 prominenter dan P1' werd gerepresenteerd door een punt. Omdat er vijf P2-waarden gebruikt zijn, bevat de grafiek vijf punten. Door deze vijf punten werd een lijn getrokken die berekend werd met lineaire regressie-analyse (deze lijn wordt gerepresenteerd door de vergelijking  $Y = bX + a$ ). Deze lijn representeert de relatie tussen de logaritme van de frequentie van P2 en het percentage oordelen 'P2 prominenter dan P1' (in Probit). Met behulp van deze regressielijn kon de frequentie van P2 waarbij P1 en P2 als even prominent beoordeeld worden als volgt geschat worden. Vanuit het punt '5 Probit' op de Probit-as werd loodrecht een lijn getrokken naar de regressielijn door de P2-punten. 5 Probit komt namelijk overeen met het 50 procent punt, het omslagpunt waar P1 en P2 als even prominent beoordeeld worden. Vanuit het punt waar deze lijnen elkaar kruisen werd een lijn getrokken naar de frequentie-as. Op deze as kon nu de logaritme van de P2-frequentie voor gelijke prominentie bepaald worden. Het benodigd P1-P2-verschil voor gelijke prominentie kon vervolgens berekend worden, door de berekening P1 (= 267 Hz) minus de verkregen P2-frequentie uit te voeren. Op deze manier werden schattingen van het benodigd P1-P2-verschil (in Hz) verkregen voor de twaalf combinaties van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte (in Hz). Deze verschillen zijn gegeven in tabel XI.



**Tabel XI: De benodigde fysische P1-P2-verschillen in Hz voor gelijke prominentie voor iedere combinatie van inzetlengte, inzethoogte en tussenstukhoogte (een negatief verschil betekent dat P2 hoger is dan P1).**

	Korte inzet		Lange inzet	
	Laag tussenstuk	Hoog tussenstuk	Laag tussenstuk	Hoog tussenstuk
Inzet laag	-1	-2	-3	-12
Inzet midden	-1	-8	-3	-4
Inzet hoog	-1	-7	0	-3

Op deze benodigde verschillen voor gelijke prominentie is een drieweg variantie-analyse uitgevoerd met 'inzethoogte', 'inzetlengte' en 'tussenstukhoogte' als fixed onafhankelijke variabelen, en 'benodigd verschil' als afhankelijke variabele. Er werden geen significante effecten gevonden.

Wanneer we naar de benodigde verschillen voor gelijke prominentie kijken, valt op dat P2 altijd gelijk aan of hoger dan P1 moet zijn om een indruk van gelijke prominentie te geven. Dit is in strijd met de verwachtingen van het model; het model voorspelt dat de toplijn altijd declineert, en in dit experiment blijkt de toplijn juist te stijgen. Met andere woorden: het declinatie-effect wordt niet gevonden. Op deze constatering wordt verder ingegaan in paragraaf 4.3.

Alle in dit hoofdstuk besproken resultaten worden verder besproken in hoofdstuk vier.

## **4. DISCUSSIE**

### **4.1 Beantwoording van de onderzoeksvraag**

Het in deze scriptie besproken onderzoek heeft betrekking op de modellering van waargenomen relatieve prominentie. De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

**Is de relatieve prominentie van accenten in een frase afhankelijk van het toonhoogtebereik in een frase?**

Het 'toonhoogtebereik in een frase' werd gedefinieerd als het verschil in frequentie tussen de inzet en het F0-maximum van de eerste piek. Op grond van eerdere literatuur werd verondersteld dat de hoogte van de abstracte referentielijns afhankelijk is van de hoogte van de inzet, en dat de inzethoogte alleen bepaald kan worden wanneer de inzet lang genoeg is. Ook werd aangenomen dat de helling van de toplijn (de iso-prominentiecurve) afhankelijk is van de afstand tussen het F0-maximum van P1 en de abstracte basislijn, en dus van het toonhoogtebereik. Om erachter te komen of het toonhoogtebereik van invloed is op de relatieve prominentie van accenten in een frase werd gemeten of de lengte van de inzet van invloed is op het effect van de inzethoogte op het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie. Er werd immers verondersteld dat de hoogte van de abstracte basislijn alleen geschat kan worden wanneer de inzet lang genoeg is. Een voorspelling ten aanzien van de resultaten is afgeleid van de bevindingen van Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996). Zij vonden dat de afstand tussen de inzet (de declinatielijns) en het F0-maximum van de eerste piek van invloed is op het benodigde P1-P2-verschil. Wanneer deze afstand groter wordt gemaakt, neemt het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie toe, en wanneer deze afstand kleiner wordt gemaakt neemt dit verschil juist af. Uit de resultaten van andere experimenten die in hetzelfde artikel beschreven zijn bleek dat de hoogte van de inzet van invloed is op de prominentie van een piek, maar alleen wanneer de inzet lang genoeg is. Op basis van deze gegevens werd een interactie voorspeld tussen inzetlengte en inzethoogte op het benodigde P1-P2-verschil voor gelijke prominentie. De verwachting was dat het benodigde verschil tussen P1 en P2 zou afnemen bij een hogere inzet, maar alleen wanneer de inzet lang genoeg is.

Op basis van de resultaten kunnen geen uitspraken gedaan worden over de interactie tussen inzetlengte en inzethoogte op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is voor een indruk van gelijke prominentie. De reden hiervoor is dat de prominentiebeoordelingen voor P1 en P2 afzonderlijk, subjectief niet aan elkaar gekoppeld zijn. We kunnen daardoor op basis van de resultaten niets zeggen over de relatie tussen P1 en P2. Dit betekent echter niet dat de resultaten van het hoofdexperiment geen informatie opleveren over de relatie tussen de F0-karakteristieken van de toonhoogtecontour en de prominentie van accentpieken. Door naar de

afzonderlijke beoordelingen voor P1 en P2 te kijken komen we meer te weten over deze relatie, en zijn we in staat om uitspraken te doen over de geldigheid van het in hoofdstuk 1 opgestelde kwalitatieve model.

Uit de resultaten blijkt dat voor P1 inzethoogte en inzetlengte interageren, en voor P2 inzethoogte en tussenstukhoogte. Voor P1 geldt dat bij een lange inzet de piek als minder prominent wordt beoordeeld wanneer de inzet hoger is. Voor P2 geldt dat de hoogte van de inzet alleen van invloed is op de prominentie van P2 wanneer het tussenstuk hoog is; P2 wordt dan als minder prominent beoordeeld bij een hoge inzet dan bij een lage en middelhoge inzet. Wanneer het tussenstuk hoog is wordt P2 als minder prominent beoordeeld dan wanneer het tussenstuk laag is. Deze resultaten lijken een bevestiging te vormen van de bevinding van Gussenhoven (Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken, 1996) dat de hoogte van de inzet van invloed is op de prominentie van accentpieken, maar zonder een hoofdeffect van de lengte van de inzet.

Het feit dat de hoogte van het tussenstuk van invloed is op de prominentie van P2, en dat de inzethoogte alleen effect heeft op P2 wanneer het tussenstuk hoog is, geeft echter aan dat er meer aan de hand is. Blijkbaar is niet alleen de hoogte van de inzet van belang voor het berekenen van de referentiewaarde. Het lijkt erop dat het stuk spraak tot aan de piek van invloed is op de prominentie van een piek. Volgens het model dat in de inleiding besproken werd, is de helling van de toplijn afhankelijk van het verschil tussen de abstracte referentielijn en het F0-maximum van de eerste piek. De positie van de abstracte referentielijn wordt geschat op basis van de hoogte van de inzet, mits deze lang genoeg is. Op basis van dit model wordt verwacht dat de hoogte van het tussenstuk niet van invloed is op P2. Immers, zodra de luisteraar de afstand tussen het F0-maximum en de abstracte basislijn weet, is de helling van de toplijn (en dus het P1-P2-verschil voor gelijke prominentie) bekend. De hoogte van het tussenstuk heeft daar dan geen invloed meer op. Blijkbaar klopt dit idee niet. Het lijkt erop dat luisteraars het gehele stuk spraak tot aan de piek gebruiken om een referentiewaarde te bepalen. De prominentie van P2 neemt alleen af wanneer de inzet EN het tussenstuk verhoogd worden. Wanneer het tussenstuk laag is heeft de hoogte van de inzet geen enkel effect op P2. Wanneer het tussenstuk hoog is en de inzet laag, is het tussenstuk niet van belang. Kennelijk wordt in beide gevallen het lage stuk als referentie genomen voor de beoordeling van P2. Met andere woorden: de informatie wordt on-line gebruikt om de referentie te actualiseren.

Een mogelijke reden waarom het stuk na de eerste piek (het tussenstuk) van invloed is op de prominentie van P2 is de volgende. Doordat het einde van de daling van de eerste piek samenvalt met het einde van het geaccentueerde woord, is het mogelijk dat er waargenomen frasering heeft plaatsgevonden. Dit houdt in dat de zin perceptief wordt opgedeeld in meerdere frasen. Wanneer de tweede frase begint na de eerste accentpiek kan de hoogte van het tussenstuk dan leiden tot de waarneming van een declinatie-reset, waardoor het referentiekader weer opnieuw bepaald wordt. Het is echter de vraag of er inderdaad sprake is van waargenomen frasering. Wanneer dit niet het geval is zou dit betekenen dat het stuk voorafgaand aan de piek altijd bijdraagt, dus ook binnen frasen. Wanneer er wel frasering heeft

plaatsgevonden zou dit betekenen dat het stuk voorafgaand aan de piek alleen bijdraagt aan het begin van een frase (na een declinatie-reset). Op de vraag of de hoogte van het stuk spraak voor de piek alleen van invloed is aan het begin van frasen, of dat het ook binnen frasen (tussen twee pieken) een rol speelt kan op basis van deze resultaten geen antwoord gegeven worden.

Een neveneffect dat gevonden werd in de resultaten van het hoofdexperiment is dat de frequentie van P2 van invloed was op de beoordeelde prominentie van P1; hoe hoger de frequentie van P2 des te lager was de beoordeelde prominentie van P1. Gussenhoven en Rietveld (1988) vonden een effect van de frequentie van de eerste piek op de prominentie van P2, maar dit effect had een andere richting, namelijk hoe lager de frequentie van de eerste piek, hoe lager de prominentie van de tweede piek. De hier gevonden resultaten wijzen erop dat de proefpersonen niet alleen naar de F0-karakteristieken aan het begin van de uiting luisteren om zo een referentie te bepalen, maar dat ook de hoogte van een latere piek hun oordeel beïnvloedt. Hierboven is beargumenteerd dat het lijkt alsof de luisteraar het stuk spraak tot aan de piek gebruikt om een referentiewaarde te bepalen. In aanvulling op deze informatie wordt kennelijk ook gebruik gemaakt van de informatie die na de accentpiek komt. Er zijn twee redenen om aan te nemen dat het hier niet de F0-minima betreft. Ten eerste is in het huidige onderzoek de hoogte van het tussenstuk niet van invloed op de prominentie van P1. Het F0-minimum direct na de piek heeft hier dus geen effect op de prominentie van de piek. Ten tweede vonden Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996) geen effect van de hoogte van het eindpunt van de contour op de prominentie van een piek. De F0-minima die na een accentpiek komen lijken dus niet van belang te zijn voor de prominentie van accentpieken, maar er blijkt wel een grote invloed te zijn van de F0-maxima na de piek.

#### **4.2 Geen declinatie-effect**

Anders dan in de meeste in deze scriptie aangehaalde onderzoeken vertoonden de resultaten van zowel het hoofd- als het controle-experiment geen declinatie-effect. Wanneer de proefpersonen hun verwachtingen met betrekking tot declinatie in aanmerking zouden hebben genomen bij de beoordeling van de prominentie, zouden de resultaten als volgt moeten zijn. De frequentie van P2 zou altijd lager moeten zijn dan de frequentie van P1 om een indruk van gelijke prominentie te bewerkstelligen. De analyse van de beoordelingen van P1 en P2 wanneer beide een frequentie van 267 Hz hebben vertoont echter een ander patroon. Slechts 12 van de proefpersonen beoordelen P2 als meer prominent dan P1 wanneer beide dezelfde frequentie hebben. Dit is minder dan de helft. De verschillen lopen geleidelijk op van negatief naar positief (zie hoofdstuk 3, tabel VIII). We kunnen de proefpersonen dus niet onderverdelen in twee groepen.

Ook in het controle-experiment werd geen declinatie-effect gevonden. In tabel X van hoofdstuk 3 is te zien dat het benodigde verschil tussen P1 en P2 voor alle combinaties van

inzetlengte, inzethoogte en tussenstukhoogte altijd negatief was of gelijk aan nul. Dit houdt in dat P2 een hogere frequentie moest hebben dan of gelijk diende te zijn aan P1 om een indruk van gelijke prominentie te geven.

Er zijn drie mogelijke redenen te bedenken waarom in beide experimenten geen declinatie-effect gevonden werd.

Ten eerste waren de duur- en amplitude-eigenschappen van 'Maan' en 'aan' niet gelijkgesteld. Het is mogelijk dat potentiële verschillen tussen de geaccentueerde syllaben verantwoordelijk zijn voor de afwezigheid van het declinatie-effect. Ten tweede kan het feit dat het tussenstuk niet declineerde invloed hebben gehad op de beoordeling van de prominentie van de tweede piek. Omdat in de meeste experimenten waarin het declinatie-effect werd gevonden er sprake was van feitelijke declinatie is het niet uitgesloten dat feitelijk aanwezige declinatie helpt om verwachtingen over declinatie te induceren. De experimenten waarin geen feitelijke declinatie aanwezig was, van Terken (1991) en Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996) waren 'speciaal' in de volgende opzichten. In de conditie 'geen declinatie' in het experiment van Terken (1991) werd alleen een effect gevonden voor grote excursies. Het is mogelijk dat de hier gebruikte waarden nog binnen het bereik vallen waar geen declinatie-effect werd geconstateerd. Gussenhoven, Repp, Rietveld, Rump en Terken (1996) vonden het declinatie-effect in één-piekuitingen zonder feitelijke declinatie. Deze resultaten kunnen echter niet zonder meer gelijkgesteld worden met uitingen met twee pieken. Het is niet uitgesloten dat luisteraars hun verwachtingen bijstellen op grond van de actuele informatie die ze in de loop van de uiting binnenkrijgen (in dit geval het tussenstuk). De derde mogelijkheid is dat de uiting opgedeeld wordt in twee frasen doordat het einde van de daling van de eerste piek samenvalt met het einde van het woord. Deze mogelijkheid is besproken in de vorige paragraaf. Op basis van de resultaten van het onderzoek kan geen keuze gemaakt worden tussen deze mogelijkheden.

#### **4.3 Problemen met betrekking tot de opzet van het experiment**

Wanneer puur gekeken wordt naar de beantwoording van de hoofdvraag lijkt de taak van het hoofdexperiment niet goed gekozen. De resultaten hebben namelijk geen nuttige informatie opgeleverd over de relatie tussen P1 en P2. De proefpersonen bleken wel in staat de accentpieken afzonderlijk te beoordelen op een tienpuntsschaal, ook al werd de schaal niet geheel gebruikt. In figuur 1 in hoofdstuk 3 zien we dat de prominentie-oordelen voor P2 keurig oplopen met de frequentie van P2. Het probleem is echter dat de proefpersonen niet de gehele schaal benutten. De centrale waarde, dus de stimulus die de proefpersonen neutraal vonden, bleek te verschillen tussen de twee sessies. Met andere woorden: De proefpersonen bleken niet in staat om het bereik van de schaal dat ze benutten vast te houden tussen de sessies. Het lijkt dus alsof de beoordelingen voor P1 en P2 niet aan elkaar gekoppeld zijn. Vooral het feit dat de percentages 'P2 prominenter dan P1' voor het hoofdexperiment vrijwel

altijd rond 50 procent liggen doet vermoeden dat er iets mis is met de taak. Kennelijk is het laten horen van de referentiestimuli niet voldoende geweest om de proefpersonen een goed beeld te geven van het bereik van de stimuli. Een mogelijke oplossing voor dit probleem zou misschien zijn geweest de referentiestimuli vaker te laten horen, bijvoorbeeld na elke tien stimuli. Een probleem daarmee is echter dat het moeilijk is om te bepalen welke stimuli de referentiestimuli zijn, omdat we immers op zoek zijn naar het effect van verschillende variabelen. Daarom is besloten niet te veel nadruk te leggen op de referentiestimuli, en deze zo te kiezen dat afgezien van de piek waar het om ging de rest van de F0-contour constant werd gehouden.

De taak van het controle-experiment was eenvoudiger voor de proefpersonen. In plaats van het hoofdexperiment in combinatie met het controle-experiment zou de keuze voor alleen het controle-experiment maar dan met meer aanbiedingen misschien beter zijn geweest. De vergelijkingstaak geeft immers directe informatie over de relatie tussen P1 en P2. Wanneer voor een vergelijkingstaak gekozen zou zijn, zouden we echter niet dezelfde nuttige informatie verkregen hebben als nu het geval is.

#### **4.4 Conclusie**

Op basis van de resultaten van de twee experimenten kan niet geconcludeerd worden dat de lengte van de inzet als zodanig van invloed is op het effect van de inzethoogte op het verschil tussen P1 en P2 dat nodig is voor gelijke prominentie-indruk. De taak van het hoofdexperiment verschaftte geen betrouwbare informatie over de relatie tussen P1 en P2, omdat de pieken afzonderlijk beoordeeld werden in twee aparte sessies. Het experiment heeft echter toch nuttige informatie opgeleverd over de relatie tussen de prominentie van accentpieken en de F0-karakteristieken van de toonhoogtecontour.

Uit de prominentiebeoordelingen voor P1 en P2 blijkt het volgende. De hoogte van de inzet is van invloed op de beoordeling van P1, en dit effect is sterker voor lange inzetten dan voor korte. De hoogte van het tussenstuk is in interactie met de hoogte van de inzet van invloed op de beoordeling van P2. Als het tussenstuk OF de inzet laag is, wordt het lage stuk als referentie genomen. Het gevolg is dat de prominentie van P2 pas afneemt als het tussenstuk EN de inzet verhoogd zijn. Het gevonden effect van tussenstukhoogte op P2 bemoeilijkt de toetsbaarheid van het model. Het lijkt erop dat het stuk spraak vóór de piek van invloed is op het bepalen van de referentiewaarde. De vraag is of dit het gevolg is van waargenomen frasering, of dat het in het algemeen geldt. Op basis van dit onderzoek kan daarop geen antwoord gegeven worden.

Ten slotte blijkt dat de hoogte van P2 van invloed is op de prominentie van P1. De sterkte van accenten kan dus niet per accent bekeken worden, maar dient bekeken te worden als functie van de gehele contour.

## REFERENTIES

- Finney, D. J. (1971) *Probit Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Fry, D. B. (1955) Duration and intensity as physical correlates of linguistic stress, *Journal of the Acoustical Society of America*, **23**, 765-769.
- Gussenhoven, C. & Rietveld, A. C. M (1988) Fundamental frequency declination in Dutch: testing three hypotheses, *Journal of Phonetics* **16**, 355-369.
- Ladd, D. R. (1993) On the theoretical status of "The Baseline" in modelling intonation, *Language and Speech*, **36**, 435-451.
- Lieberman, M. & Pierrehumbert, J. (1984) Intonational invariance under changes in pitch range and length. In *Language Sound Structure* (M. Aronoff & R. Oehrle, editors), pp. 157-233. Cambridge, MA: MIT Press.
- Pierrehumbert, J. B. (1979) The perception of fundamental frequency declination, *Journal of the Acoustical Society of America*, **66**, 363-369.
- Rietveld, A. C. M. & Gussenhoven, C. (1985) On the relation between pitch excursion size and prominence, *Journal of Phonetics* **13**, 299-308.
- Terken, J. (1991) Fundamental frequency and perceived prominence of accented syllables, *Journal of the Acoustical Society of America*, **89**, 1768-1776.
- Terken, J. (1993) Baselines revisited: Reply to Ladd, *Language and Speech*, **36**, 453-459.
- Terken, J. (1994) Fundamental frequency and perceived prominence of accented syllables II: Non-final syllables, *Journal of the Acoustical Society of America*, **95**, 3662-3665.
- Van Katwijk, A. (1974) *Accentuation in Dutch*. Assen: Van Gorkum

## **BIJLAGE 1 Instructies aan de proefpersonen**

Instructie beoordelingstaak eerste piek

Beste proefpersoon,

Allereerst bedankt voor de deelname aan dit luisterexperiment.

U krijgt straks de volgende zinnen te horen, waarin de prominentie van de woorden 'Maan' en 'aanval' gevarieerd is:

'Amanda van **Maan** beraamt een **aanval**' en  
'Van **Maan** beraamt een **aanval**'

Het is de bedoeling dat u iedere keer dat u de zin hoort beoordeelt hoeveel nadruk er op de naam 'Maan' gelegd wordt door de spreker. Op het antwoordformulier geeft u de hoeveelheid nadruk aan op de balk. Een kruisje in het meest linkse hokje betekent 'weinig nadruk', een kruisje in het meest rechtse hokje betekent 'veel nadruk'. Probeer zoveel mogelijk gebruik te maken van alle hokjes op de balk, al naar gelang de hoeveelheid nadruk.

De opzet van het experiment is als volgt:

**-Eerst hoort u twee referentiestimuli (niets invullen):**

- 1) De zin waarin 'Maan' volgens ons de meeste nadruk heeft (hoge prominentie; meest rechtse hokje op de balk).
- 2) De zin waarin 'Maan' volgens ons de minste nadruk heeft (lage prominentie; meest linkse hokje op de balk).

**-Vervolgens 4 piepjes ten teken van het begin van de oefenfase.**

**-20 oefenzinnen. Hier wel een beoordeling geven.**

**-Vervolgens 4 piepjes ten teken van het begin van de testfase.**

**-240 testzinnen. Geef ALTIJD een beoordeling!**

**-Vervolgens 4 piepjes: einde experiment!!!**

Tijdens de oefen- en testfase hoort u na ieder blok van 5 zinnen één piepje, en om de 10 zinnen twee piepjes.



Beste proefpersoon,

Allereerst bedankt voor de deelname aan dit luisterexperiment.

U krijgt straks de volgende zinnen te horen, waarin de prominentie van de woorden 'Maan' en 'aanval' gevarieerd is:

'Amanda van Maan beraamt een **aanval**' en  
'Van Maan beraamt een **aanval**'

Het is de bedoeling dat u iedere keer dat u de zin hoort beoordeelt hoeveel nadruk er op het woord 'aanval' gelegd wordt door de spreker. Op het antwoordformulier geeft u de hoeveelheid nadruk aan op de balk. Een kruisje in het meest linkse hokje betekent 'weinig nadruk', een kruisje in het meest rechtse hokje betekent 'veel nadruk'. Probeer zoveel mogelijk gebruik te maken van alle hokjes op de balk, al naar gelang de hoeveelheid nadruk.

De opzet van het experiment is als volgt:

**-Eerst hoort u twee referentiestimuli (niets invullen):**

- 1) De zin waarin 'aanval' volgens ons de meeste nadruk heeft (hoge prominentie; meest rechtse hokje op de balk).
- 2) De zin waarin 'aanval' volgens ons de minste nadruk heeft (lage prominentie; meest linkse hokje op de balk).

**-Vervolgens 4 piepjes ten teken van het begin van de oefenfase.**

**-20 oefenzinnen. Hier wel een beoordeling geven.**

**-Vervolgens 4 piepjes ten teken van het begin van de testfase.**

**-240 testzinnen. Geef ALTIJD een beoordeling!**

**-Vervolgens 4 piepjes: einde experiment!!!**

Tijdens de oefen- en testfase hoort u na ieder blok van 5 zinnen één piepje, en om de 10 zinnen twee piepjes.

Instructie vergelijkingstaak

Beste proefpersoon,

Allereerst bedankt voor de deelname aan dit luisterexperiment.

U krijgt straks de volgende zinnen te horen, waarin de prominentie van de woorden 'Maan' en 'aanval' gevarieerd is:

'Amanda van **Maan** beraamt een **aanval**' en  
'Van **Maan** beraamt een **aanval**'

Het is de bedoeling dat u iedere keer dat u de zin hoort beoordeelt of de meeste nadruk gelegd wordt op het woord 'Maan' of op het woord 'aanval'. Op het antwoordformulier kruist u het hokje aan onder het woord dat volgens u de meeste nadruk heeft.

De opzet van het experiment is als volgt:

-Eerst hoort u 4 piepjes ten teken van het begin van de oefenfase.

-20 oefenzinnen. Hier wel een beoordeling geven.

-Vervolgens 4 piepjes ten teken van het begin van de testfase.

-240 testzinnen. Geef **ALTIJD** een beoordeling!

-Vervolgens 4 piepjes: einde experiment!!!

Tijdens de oefen- en testfase hoort u na ieder blok van 5 zinnen één piepje, en om de 10 zinnen twee piepjes.

## BIJLAGE 2

### Bijlage bij hoofdstuk 3 (Resultaten).

**Tabel I: resultaten van de variantie-analyse op de P2-beoordelingen, hoofdexperiment.**

SOURCE	DF1/DF2	F	P VALUE	MEAN SQUARE
LK	1/24	0.2069	0.6533	0.1610
IN	2/48	4.2920	0.0193	3.7428
LK IN	2/48	0.3420	0.7121	0.2115
TU	1/24	12.5413	0.0017	3.1652
LK TU	1/24	0.2912	0.5944	0.2077
IN TU	2/48	9.2936	0.0004	5.1344
LK IN TU	2/48	0.0887	0.9153	0.0866
P2	4/96	171.4621	0.0000	834.6141
LK P2	4/96	1.6008	0.1804	0.8946
IN P2	8/192	1.4716	0.1689	1.0559
LK IN P2	8/192	0.8030	0.6007	0.6924
TU P2	4/96	2.1406	0.0816	2.1871
LK TU P2	4/96	1.3517	0.2565	0.8399
IN TU P2	8/92	1.7459	0.0902	1.2487
LK IN TU P2	8/192	1.6738	0.1070	1.0483

**Tabel II: resultaten uit de variantie-analyse die werd uitgevoerd op de P1-beoordelingen (voor iedere proefpersoon gemiddeld over twee beoordelingen per combinatie van inzetlengte, inzethoogte, tussenstukhoogte en P2-hoogte, P1 = 267 Hz), hoofdexperiment.**

SOURCE	DF1/DF2	F	P VALUE	MEAN SQUARE
LK	1/24	2.5762	0.1216	17.9331
IN	2/48	14.3995	0.0000	35.7362
LK IN	2/48	4.8485	0.0121	6.3345
TU	1/24	0.9833	0.3313	3.4585
LK TU	1/24	0.1450	0.7067	0.0968
IN TU	2/48	0.7430	0.4811	0.5823
LK IN TU	2/48	0.4918	0.6146	0.5871
P2	4/96	3.9141	0.0055	12.1167
LK P2	4/96	0.7774	0.5425	0.8546
IN P2	8/192	0.2764	0.9730	0.2858
LK IN P2	8/192	2.3527	0.0195	2.4267
TU P2	4/96	1.8785	0.1204	1.7700
LK TU P2	4/96	0.7578	0.5553	0.8153
IN TU P2	8/192	3.1852	0.0020	2.5256
LK IN TU P2	8/192	0.8538	0.5566	0.8363

**Tabel IIIa: De verkregen P1-P2-verschillen voor iedere combinatie van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte, voor alle proefpersoon. Iedere regel bevat de gegevens van één proefpersoon (van boven naar beneden: proefpersoon 1 t/m 25).**

lang						kort					
inzet 183		inzet 200		inzet 218		inzet 183		inzet 200		inzet 218	
tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218
-9.1	-4.7	5.9	-4.2	12.4	-5.3	24.7	10.5	4.8	-5.8	19.5	6.9
8.1	-10.5	-1.0	-9.9	61.0	9.0	9.1	21.8	10.5	9.0	42.0	18.7
-47.1	-53.7	-36.0	-36.6	-46.8	-37.5	-57.8	-43.4	-36.9	-40.3	-73.3	-38.0
-8.2	-1.0	-4.4	-19.4	-11.5	-11.8	-0.3	23.3	-7.2	-16.9	8.4	-6.8
-8.8	1.7	-5.9	-2.6	36.6	26.8	0.6	-9.9	0.8	9.9	-6.4	9.4
-9.6	-11.3	-7.6	-20.4	-4.6	3.7	3.1	-1.0	3.3	-12.0	7.5	-15.5
16.1	8.4	26.1	28.8	55.0	16.1	32.0	23.2	47.9	15.6	30.6	2.7
16.7	-8.2	-1.3	11.6	26.0	-6.7	16.0	16.7	8.8	26.9	12.4	7.2
22.7	39.4	21.6	12.0	3.7	18.3	17.3	15.6	-3.8	2.1	4.0	8.6
28.5	18.6	34.7	30.8	23.1	26.2	35.8	18.4	38.8	18.0	35.9	20.6
29.3	29.7	14.5	11.0	38.8	32.1	24.6	12.1	13.1	0.8	19.3	20.7
-6.5	-11.3	-1.0	-6.9	5.0	-5.3	8.2	1.6	12.2	-6.7	9.9	1.7
6.7	-15.4	4.6	-7.7	25.1	-2.6	-1.0	-12.3	-2.2	-13.3	12.5	1.7
-19.5	-12.0	-21.1	-22.8	-4.7	-17.8	-15.2	-20.6	-13.1	-12.2	-10.7	-13.1
-15.9	-32.9	-10.4	-5.9	-10.0	-4.7	-2.5	1.9	9.3	16.8	4.9	5.3
-10.3	-10.8	-6.4	-7.5	15.1	0.8	-10.6	-1.0	-10.6	-11.0	-6.7	-3.0
-1.0	-13.1	-12.5	-7.0	3.8	-7.5	3.7	-4.4	2.1	-4.4	2.2	-2.8
5.1	9.2	13.0	-0.1	21.8	-10.6	16.5	-6.2	9.6	2.9	18.2	11.6
-0.1	7.3	0.6	6.8	12.8	10.0	17.0	2.4	0.7	7.6	1.8	4.9
-14.0	-4.2	-4.0	5.7	-9.3	-14.3	-1.0	-2.9	-2.2	19.4	19.5	-2.9
-74.5	-39.0	-46.5	-82.0	-30.6	-47.5	-47.2	-94.5	-58.5	-125	-58.2	-56.5
3.5	25.4	21.1	11.5	12.9	32.3	-3.3	4.8	-3.2	14.3	-12.4	4.9
4.7	2.1	1.7	-7.0	3.8	-3.4	8.4	6.3	-4.3	-7.5	7.6	1.2
-9.3	-17.7	-20.5	-11.1	2.2	0.3	4.1	6.7	3.2	-0.3	12.7	-9.8
2.5	12.3	-12.9	-9.5	-5.8	-19.3	-16.1	-1.0	-13.9	-21.5	-9.8	-26.6

**Tabel IIIb: De correlatie-coëfficiënten behorende bij tabel IIIa, die de correlatie tussen frequentie en beoordeelde prominentie van P2 beschrijven, voor iedere combinatie van inzethoogte, inzetlengte en tussenstukhoogte, voor alle proefpersonen. Iedere regel bevat de gegevens van één proefpersoon (van boven naar beneden: proefpersoon 1 t/m 25).**

lang						kort					
inzet 183		inzet 200		inzet 218		inzet 183		inzet 200		inzet 218	
tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218	tu 183	tu 218
.86	.92	.94	.99	.93	.97	.99	.97	.99	.94	.96	.91
.98	.81	.96	.97	.87	.89	.90	.72	.95	.98	.95	.99
.90	.84	.92	.80	.84	.91	.95	.97	.91	.99	.93	.92
.88	.93	.77	.85	.78	.82	.71	.94	.85	.93	.77	.87
.97	.97	.86	.91	1.00	.93	.83	.81	.82	.89	.93	.90
.94	.91	.99	.99	.99	.75	.97	.88	.88	.96	.92	.94
.97	.92	.93	.89	.75	.94	.72	.93	.84	.93	.95	.97
.88	.62	0	.84	.93	.90	.88	.56	.57	.99	.75	.96
.97	.94	.69	.85	.81	.91	.89	.95	.81	.98	.94	.97
.78	.87	.81	.97	.88	.63	.60	.91	.82	.78	.66	.66
.99	.97	.97	.97	.93	.95	.94	.94	.95	.97	.99	.92
.89	.93	.86	.99	.97	1.00	1.00	.91	.93	.96	.83	.99
.95	.98	.99	.97	.99	.99	1.00	.93	1.00	.97	.98	.93
.97	.99	.85	.99	.94	.92	.99	.94	.92	.94	.98	.96
.89	.97	.98	.95	.90	.87	.75	.68	.94	.98	.99	.92
.97	.93	1.00	.90	.85	.96	.93	.93	.81	.97	.94	.98
.92	.89	.84	.38	.99	.73	.87	.94	.46	.97	.96	.94
.90	.87	.91	.98	.96	.87	.96	.91	.78	.97	.91	.97
.90	.97	.81	.93	.96	.94	.93	.95	.87	.98	.86	.99
.98	.81	.99	.97	.81	.91	.83	.47	.81	.87	.95	.75
.98	.84	.81	.77	.69	.95	.84	.94	.74	.89	.84	.87
-.63	.90	.98	.61	.83	.90	.94	.96	.86	1.00	.83	.66
.84	.93	.97	.91	.87	.98	.98	.97	.97	.98	1.00	.96
.85	.84	.95	.52	.93	.84	.99	.92	.97	.85	.93	.84
.80	.82	.97	.79	.95	.95	.97	.80	.98	.93	1.00	.93

**Tabel IV: resultaten van de variantie-analyse op de P1-P2-verschillen, hoofdexperiment.**

SOURCE	DF1/DF2	F	P VALUE	MEAN SQUARE
LK	1/24	0.1319	0.7197	38.1633
IN	2/48	4.9186	0.0114	872.0170
LK IN	2/48	5.8712	0.0052	387.9907
TU	1/24	8.6686	0.0071	1786.0801
LK TU	1/24	0.0325	0.8584	3.0401
IN TU	2/48	2.0497	0.1399	218.0269
LK IN TU	2/48	1.5573	0.2212	121.6245

**Tabel V: resultaten van de variantie-analyse op de beoordelingen van P1 en P2 voor P1 = P2 = 267, hoofdexperiment.  
Effect P1 of P2 (plaats accent in uiting; PL) en effect proefpersoon (PP).**

SOURCE	DF1/DF2	F	P VALUE	MEAN SQUARE
PP	24/264	15.3363	0.0000	16.7065
PL	1/11	1.2839	0.2813	3.8715
PP PL	24/264	7.8109	0.0000	9.1450

**Tabel VI: Percentages 'P2 prominenter dan P1' voor P1 = 267 Hz en voor de 5 P2-waarden, voor alle proefpersonen samen, voor het hoofdexperiment (gebaseerd op de afzonderlijke oordelen voor P1 en P2).**

INZET- LENGTE	INZET- HOOGTE	TUSSEN- STUK- HOOGTE	percentage 'P2 prominenter dan P1'				
			238 Hz	252 Hz	267 Hz	283Hz	300 Hz
LANG	LAAG	LAAG	8.0	18.0	25.3	39.0	48.8
		HOOG	42.7	40.6	40.5	43.6	48.0
	MIDDEN	LAAG	44.7	44.3	44.9	47.4	50.4
		HOOG	47.8	45.6	44.9	45.7	48.0
	HOOG	LAAG	46.7	46.4	47.1	48.7	50.4
		HOOG	48.9	48.1	47.4	48.4	49.9
KORT	LAAG	LAAG	48.5	48.2	48.4	49.5	50.7
		HOOG	49.6	49.0	49.3	50.2	51.2
	MIDDEN	LAAG	50.3	49.6	49.8	50.5	51.4
		HOOG	50.3	49.6	49.5	50.1	51.0
	HOOG	LAAG	50.1	49.8	50.2	50.9	51.6
		HOOG	50.8	50.3	50.1	50.6	51.3

**Tabel VII: Naar Probit getransformeerde percentages 'P2 prominenter dan P1' voor P1 = 267 Hz en voor de 5 P2-waarden, voor alle proefpersonen samen, voor het controle-experiment.**

INZET- LENGTE	INZET- HOOGTE	TUSSEN- STUK- HOOGTE	'P2 prominenter dan P1' in Probit				
			238 Hz	252 Hz	267 Hz	283Hz	300 Hz
LANG	LAAG	LAAG	3.9107	4.3255	5.0702	5.3558	5.8633
		HOOG	3.4107	4.1367	4.4928	5.3558	5.4705
	MIDDEN	LAAG	4.1367	4.5684	5.0000	5.2819	5.9661
		HOOG	0	4.4928	4.5684	5.6745	5.9661
	HOOG	LAAG	3.7788	4.7181	5.0702	5.5888	6.0848
		HOOG	0	4.1367	4.9298	5.6745	5.9542
KORT	LAAG	LAAG	3.0890	4.2345	5.3558	5.6745	6.0848
		HOOG	3.6148	4.4928	4.4112	5.9661	5.8633
	MIDDEN	LAAG	3.0732	4.1367	5.4316	6.0494	5.9661
		HOOG	3.4107	4.3255	4.4112	5.5888	5.6745
	HOOG	LAAG	3.9152	4.4112	4.9298	5.3558	6.0848
		HOOG	3.4107	4.3255	4.7181	5.6038	5.6745