

Akoestische kenmerken van de Nederlandse klinkers in drie Vlaamse regio's

Abstract

This study reports an acoustic investigation of regional variation in the realisation of the 12 Dutch monophthongs in Flanders. For this purpose systematic recordings were made of vowel realisations in the Limburg, Antwerp and East Flanders region. The vowel realisations were analysed acoustically to determine the values of F1 and F2, which are traditionally considered to correlate with degree of constriction and place of articulation. In addition, measurements were made of vowel durations. Besides the usefulness of a transformation of F1 and F2 measurements into z-scores as a normalisation procedure, the results reveal interesting differences between the three regions. The Limburg and East Flemish vowels do not differ significantly, except for the vowel [ɛ] which is considerably more open in East Flanders. In addition, the East Flemish system is characterised by a stronger length opposition whereby the short vowels are extra short, while the long vowels are extra long. The Antwerp vowel system differs from the two other regions in a variety of respects. The back vowels [u], [o], [ɔ] and [ɑ] are positioned significantly lower than their Limburg and East Flemish counterparts. As a result, the average values of Antwerp [a] and [ɑ] are very close together, while they are clearly separated in Limburg and East Flanders. As far as the front and mid vowels are concerned, Antwerp [ɪ] is very close to [i] and [ʏ] is close to [y]. Antwerp [ɛ] is considerably more close than its Limburg and East Flemish counterpart. Finally, [e] and [ø] are somewhat more open and central in comparison to the other regions. Finally, it is observed that the Antwerp vowel system also differs in terms of typical vowel durations in that the high vowels are realised long in comparison to the other regional variants. This is explained in terms of a tendency to maintain vowel distinctions upon their acoustic neutralisation.

1. Inleiding

Het Standaardnederlands in Vlaanderen heeft 15 klinkers die van elkaar kunnen worden onderscheiden op basis van vier articulatorische dimensies. De openingsgraad van de klinkers (gesloten vs. open) correleert met de vernauwingsgraad van het spraakkanaal, terwijl op basis van de plaats van articulatie een onderscheid gemaakt kan worden tussen voor-, midden- en achterklinkers. Deze verticale en horizontale classificatie wordt doorkruist door de dimensie lipronding, die gespreide klinkers onderscheidt van geronde klinkers. Verder kunnen de klinkers worden gekarakteriseerd op basis van de aan- of afwezigheid van een transitioneel aspect van articulatie. Bij de monoftongen nemen de articulatoren tijdens de middenfase van de articulatie een min of meer stabiele positie in zodat de klinkerkwaliteit niet of nauwelijks verglijdt. Het Standaardnederlands in Vlaanderen heeft 12 monoftongen: [i i e ε a a o o u y y ø].

Diftongen kunnen worden gedefinieerd als klinkers met een transitioneel aspect van articulatie (Laver, 1994): tijdens de middenfase van de articulatie verglijden de articulatoren van een startpositie naar een eindpositie zodat er ook perceptueel een verglijdende klinkerkwaliteit ontstaat. Het Standaardnederlands in Vlaanderen heeft 3 diftongen : [œy ei au]. Omdat de studie van tweeklanken andere vereisten oplegt dan de studie van monoftongen, worden de Nederlandse tweeklanken in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Voor interessante gegevens over de Nederlandse tweeklanken verwijzen we naar Collier, Bell-Berti en Raphael (1982) en Peeters (1991).

Vanuit akoestisch standpunt worden de klinkers gekenmerkt door een duidelijke formantstructuur: hierbij wordt er over het algemeen van uitgegaan dat de waarden van de eerste formant (F1) en de tweede formant (F2) kenmerkend zijn voor de identiteit van de klinker: “Statistical analysis of formant frequencies and formant levels of 12 Dutch vowels confirms that F1 and F2 are the most appropriate two distinctive parameters for describing the spectral differences among the vowel sounds” (Pols, Tromp and Plomp, 1973: 1100).

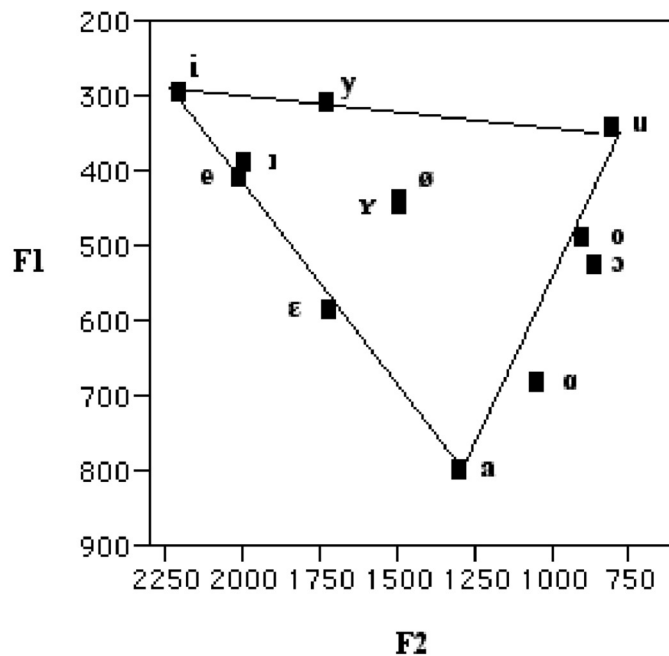
De relatie tussen akoestiek en articulatie van de klinkers is niet eenvoudig, maar er wordt algemeen geaccepteerd dat F1 hoofdzakelijk correleert met de articulatorische openingsgraad, terwijl F2 eerder de plaats van articulatie reflecteert. Afgezien van de identiteit van de klinkers bevat hun akoestische structuur ook sprekergebonden informatie zoals de invloed van anatomische verschillen tussen sprekers onderling: “(...) some speakers with big heads will have large resonating cavities, producing formants with comparatively low frequencies; and others will have higher formant frequencies because they have smaller vocal tracts.” (Ladefoged, 2001: 39). Dit komt vooral tot

uiting bij klinkers van mannen en vrouwen. Aangezien het spraakkanaal van mannen gemiddeld groter is dan dat van vrouwen, zullen de formantwaarden van klinkers bij mannen gemiddeld lager liggen.

Een andere bron van sprekergebonden invloeden waaraan doorgaans weinig aandacht wordt besteed, is de articulatorische setting van sprekers. Articulatorische setting wordt gedefinieerd in Laver (1994) als "any co-ordinatory tendency underlying the production of the chain of segments in speech towards maintaining a particular configuration or state of the vocal apparatus" (p. 396). De setting van individuele sprekers kan verschillen en daardoor de akoestische kenmerken van klinkers beïnvloeden. Een palatale setting zal b.v. voornamelijk gereflecteerd worden in de realisatie van de open achterklinkers, terwijl een velaire setting hoofdzakelijk invloed zal laten gelden op de gesloten voorvocalen. Interessant is dat Honikman (1964) lijkt te impliceren dat settings wezenlijk kunnen verschillen van taal tot taal en het is dan ook zeer goed mogelijk dat er verschillen kunnen worden geobserveerd in de uitspraak van de verschillende variëteiten van eenzelfde taal. Het is echter vooralsnog niet duidelijk hoe die verschillen akoestisch kunnen worden geïsoleerd m.b.t. regionale verschillen in de uitspraak van klinkers.

Wat betreft de rol van duur in vocaalsystemen dient er een onderscheid gemaakt te worden tussen de intrinsieke duur van vocalen en hun fonologische duur. Intrinsieke duur verwijst naar het feit dat open vocalen gemiddeld langer duren dan gesloten vocalen (Lehiste, 1968). Dit fenomeen kan worden verklaard door het langere traject dat de tong moet afleggen bij de articulatie van open vocalen. Fonologische duur verwijst naar de rol van "lengte" in het klinkersysteem van talen. In sommige talen is vocaalduur niet distinctief, terwijl andere talen een onderscheid maken tussen "korte", "lange" en eventueel "middellange" vocalen. Dergelijk duuronderscheid kan al dan niet samenhangen met verschillen in akoestische kwaliteit tussen klinkers. Het Standaardnederlands heeft 5 lange vocalen [a], [e], [o], [ø] en [y] en 7 korte vocalen [ɑ], [ɔ], [u], [ʏ], [ɛ], [ɪ] en [i].

In het verleden heeft de studie van de Nederlandse klinkers ruim in de belangstelling gestaan. In vroegere studies ging de aandacht voornamelijk uit naar de akoestische kenmerken van de klinkers in het Noordelijk Standaardnederlands. Getuige hiervan zijn de grootschalige studies van Pols, Tromp & Plomp (1973) en Van Nierop, Pols & Plomp (1973) waarin de formantwaarden van de Standaardnederlandse klinkers van mannelijke en vrouwelijke sprekers gemeten werden. Hoewel deze studies in eerste instantie zijn uitgevoerd met het oog op spraakherkenning, werd een referentiekader geschapen voor de akoestiek van de Nederlandse vocalen. Dit referentiekader wordt geïllustreerd in figuur 1:



Figuur 1: Akoestisch vocaaldigram van 12 Noord-Nederlandse vocalen. De illustratie is gebaseerd op de gemiddelde formantwaarden van 50 Nederlandse mannen uit de studie van Pols, Tromp & Plomp (1973).

Uit figuur 1 komen een aantal opvallende kenmerken van de Nederlandse klinkers naar voren. Zo is het opmerkelijk dat de gemiddelde formantwaarden van drie vocaelparen zeer dicht bij elkaar liggen. Dit geldt met name voor [e] en [ɪ], [ɣ] en [ø], [ɔ] en [o]. Verder hebben [a] en [ɑ] verschillende openingsgraden. Hierdoor ontstaat er een klinkersysteem met vier openingsgraden en drie plaatsen van articulatie. Deze resultaten komen zeer goed overeen met die van Koopmans-van Beinum (1973), waarin ook resultaten voor het Standaardnederlands worden gerapporteerd en waarin het akoestisch verschil tussen [ɔ] en [o] misschien iets meer uitgesproken is.

In andere publicaties staat de regionale uitspraakvariatie centraal. In Koopmans-van Beinum (1973) werden de verschillen tussen het Standaardnederlands en het Utrechtse dialect onderzocht, terwijl Adank, Van Heuven & Van Hout (1999) en Van Hout, Adank & Van Heuven (2000) aandacht schenken aan de uitspraakverschillen tussen het Standaardnederlands en de Valkenburgse regionale variëteit. Hoewel beide publicaties in opzet sterk gericht zijn op de relatie tussen productie, akoestiek en perceptie van vocalen, wordt er aangetoond dat akoestische beschrijving van uitspraakvariatie interessante

inzichten kan verschaffen in hoe regionale varianten van elkaar kunnen verschillen.

Uit dit korte overzicht blijkt dat de akoestiek van de Nederlandse klinkers vrijwel uitsluitend bestudeerd is m.b.t. het Noordelijk Standaardnederlands, terwijl de aandacht voor de klinkers in Vlaanderen beperkt is gebleven tot enkele impressionistische beschrijvingen: ze zijn vaak gekoppeld aan uitspraakadviezen voor dialectsprekers die het Standaardnederlands beter willen leren beheersen. Bekende voorbeelden hiervan zijn Blancquaert (1950), De Coninck (1970) en Van Maele (1984). In Blancquaert (1950) wordt de fonetiek van de Nederlandse vocalen in Vlaanderen beschreven aan de hand van de klassieke articulatorische dimensies met vier openingsgraden (gesloten, halfgesloten, halfopen, open) en drie plaatsen van articulatie (palataal, mediaal en gutturaal). De perceptuele verhoudingen van de klinkers onderling worden geïllustreerd in figuur 2:

Gesloten	i: y:	ʌ	u:
Halfgesloten	ɘ. ø: ɪ		o.
Halfopen	ɛ œ	ə	ʊ
Open	æ	a: ɑ	ɔ
	Palataal	Mediaal	Gutturaal

Figuur 2: Klinkerdiagram voor de klinkers in Vlaanderen naar Blancquaert (1950).

Een vergelijking van de indeling in figuur 2 met de akoestische metingen van de Noord-Nederlandse vocalen (figuur 1) brengt enkele markante verschillen aan het licht. Zo postuleert Blancquaert (1950) dat de geronde voorklinkers [y] en [ø] zeer dicht gepositioneerd staan bij hun ongeronde tegenhangers [i] en [e]: [y] en [ø] worden slechts een fractie meer open en centraler uitgesproken. Uit de akoestische metingen voor het Noord-Nederlands lijkt naar voor te komen dat de geronde voorvocalen zeer centraal worden gerealiseerd: [y] en [ø] liggen gemiddeld halverwege tussen respectievelijk [i] en [u], en [e] en [o]. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de aanzienlijk lagere

F2-waarden voor [y] en [ø] in de studie van Pols, Plomp en Tromp (1973) wellicht dienen te worden verklaard door lipronding: geronde vocalen hebben substantieel lagere F2-waarden dan hun ongeronde vocalen omdat het spraakkanaal enigszins wordt verlengd.

Verder hanteert Blancquaert een zeer duidelijk onderscheid tussen [ɔ] (open) en [o] (halfgesloten), terwijl metingen van Noord-Nederlandse klinkers laten zien dat ze zeer dicht bij elkaar liggen. Tot slot klasseert Blancquaert [a] en [ɑ] als mediaal met dezelfde openingsgraad (open), terwijl de Noord-Nederlandse tegenhangers zich eerder als achterklinkers manifesteren en de [ɑ] een flink stuk meer gesloten is dan de [a].

Het is niet meteen duidelijk of de hierboven geobserveerde verschillen tussen Noord en Zuid daadwerkelijk de weerspiegeling zijn van regionale variatie of het resultaat zijn van methodologische verschillen (impressionistisch vs. experimenteel). Daarom werd een onderzoek opgezet met als doel de beschrijving van uitspraakvariatie van de Nederlandse klinkers in drie Vlaamse regio's aan de hand van hun akoestische kenmerken. Verder werden er ook duurmetingen gemaakt. Het belangrijkste aandachtspunt van dit onderzoek zijn de mogelijke structurele verschillen tussen drie uitspraakvariëteiten, die in de verschillende regio's als "Standaardnederlands" bedoeld worden.

2. Methode

Voor dit onderzoek werden opnames gemaakt van de 12 Nederlandse monoftongen in twee fonetische contexten: ze werden uitgesproken door informanten uit drie Vlaamse regio's, met name Limburg, Antwerpen en Oost-Vlaanderen. Naast een akoestische analyse van de klinkers werden er ook duurmetingen gemaakt.

2.1. Materiaal

De 12 monoftongen van het Nederlands werden in monosyllabische woorden gesplaatst in twee fonetische contexten: in de eerste reeks woorden werd de klinker voorafgegaan door een stemloze labiale occlusief en werd hij gevolgd door een stemloze alveolaire occlusief. Dit leverde de woordenreeks "Piet, pit, peet, pet, pad, spaadt, pot, poot, spoed, put, puut, peut". In de tweede reeks werd de klinker voorafgegaan door een stemhebbende resonant met een lateraal aspect van articulatie en werd hij gevolgd door een stemloze alveolaire fricatief. Dit leverde de woorden "Lies, lis, lees, les, las, blaas, los, loos, Loes, lus, luus, leus". Bij dit soort van gestandaardiseerd klinkeronderzoek is het gangbaar om de vocaal te laten voorafgaan door [h] en te laten volgen door een alveolaire occlusief. Wij zijn wat betreft de keuze van de

prevocale consonant van deze traditie afgeweken omdat in dit experiment ook duurmelingen werden gemaakt. Met [h] als prevocale consonant is het niet mogelijk om accurate duurmelingen te maken omdat de spectrale overgang tussen [h] en de vocaal op een spectrogram niet eenduidig te bepalen valt. Daarom werd er geopteerd voor [p] en [l] die allebei een scherpe overgang tussen de consonant en de vocaal op het spectrum laten zien.

Deze testwoorden werden vervolgens opgenomen in de standaard draagzin "In __ hoor je __", waarbij op de eerste positie het testwoord werd ingevoegd. Op de tweede positie moesten de informanten de vocaal uit het testwoord geïsoleerd uitspreken.

Elke zin kwam tweemaal voor in het corpus wat in het totaal 48 stimuli per persoon opleverde (2 fonetische contexten x 12 klinkers x 2 repetities). Deze lijst werd verdund met 28 stimuli die diftongen bevatten i.p.v. monoftongen. Alle stimuli werden in willekeurige volgorde gezet en ten slotte werden aan het begin en het einde van de lijst vijf stimuli toegevoegd om begin- en eindeffecten te vermijden. De meetresultaten van deze stimuli werden niet in de uiteindelijke resultaten betrokken.

Het gebruik van een gestandaardiseerde draagzin bij het verzamelen van uitspraakdata heeft in vergelijking met opnames van spontane spraak voor- en nadelen. Een van de voordelen is de vergelijkbaarheid van de gegevens die in een sterk gestuurde situatie worden opgenomen. De vocalen staan in dezelfde fonetische contexten en zullen dus op dezelfde manier worden beïnvloed door de klanken die aan de vocaal voorafgaan en die erop volgen. Verder worden de vocalen in de draagzin in beklemtoonde positie geplaatst, waardoor ervan uitgegaan kan worden dat de articulatorische doelpositie van elke vocaal beter wordt bereikt dan in onbeklemtoonde positie, die gemakkelijk aanleiding geeft tot vocaalreductie.

Omdat de doelstelling van het onderzoek de vergelijking betreft van klinkers in regionale varianten van standaardtaal en er –voor zover ons bekend- nog nooit eerder akoestische metingen zijn gemaakt van Nederlandse vocalen in Vlaanderen, werd de voorkeur gegeven aan deze gestandaardiseerde manier van gegevensverzameling.

2.2. Informanten

De draagzinnen werden voorgelegd aan 11 Limburgers (Limburgse Kempen), 12 Antwerpenaars (agglomeratie Antwerpen) en 12 Oost-Vlamingen (Eeklo). In elke regionale groep waren er evenveel mannen als vrouwen. De gemiddelde leeftijd van de Limburgers was 61 jaar, die van de Antwerpenaren 54 jaar en die van de Oost-Vlamingen 59 jaar. Vanuit socio-economisch stand-

punt behoorden alle informanten tot wat men zou kunnen omschrijven als gegoede middenklasse. Alle informanten voldeden verder aan de eis dat zij het grootste deel van hun leven in de beoogde regio gewoond moesten hebben en dat ze zich in de dagelijkse omgang vlot moesten kunnen uitdrukken in het Standaardnederlands. Ze namen op vrijwillige basis deel.

Een belangrijk probleem bij de selectie van informanten voor dergelijke studies is de vergelijkbaarheid van de graad van regionaliteit in de uitspraak bij de drie groepen. In principe zou de graad van regionaliteit voor de bestudeerde variëteiten gelijkwaardig moeten zijn om de resultaten van het onderzoek helemaal vergelijkbaar te maken. Het is echter moeilijk om regionaliteit in een exact cijfer uit te drukken. Regionaliteit zou bijvoorbeeld kunnen worden gekwantificeerd door een aantal uitingen van de verschillende informanten te laten scoren op regionaliteit door een panel van expertluisteraars met fonetische ervaring. Dit was echter binnen het bestek van deze studie niet mogelijk. Daarom werden de sprekers zo geselecteerd dat hun regionale herkomst duidelijk herkenbaar was in de uitspraak in het algemeen: vocaalkwaliteit en -kwantiteit spelen hierbij eventueel een rol, maar zijn zeker niet het enige criterium. We zijn ons er dan ook van bewust dat er binnen elke groep een zekere variatie was betreffende de graad van regionale kenmerken, zodat het regionaal accent zich bij sommige informanten wat duidelijker manifesteerde dan bij andere.

2.3. Procedure

De informanten kregen de opdracht om de testzinnen op een zo natuurlijk mogelijke manier voor te lezen. Hierbij werd er niet speciaal beklemtoond dat ze standaardtaal moesten spreken. Er werd verondersteld dat ze dit spontaan zouden doen omdat de onderzoekers zelf standaardtaal spraken en een leestaak daarenboven uitnodigt om naar een standaardtalig register over te schakelen. De opnames werden gemaakt met opname-apparatuur van goede kwaliteit (TASCAM DAT-recorder, Sennheisermicrofoon) in rustige ruimtes zonder storende achtergrondgeluiden.

2.4. Analyse

De opnames werden gedigitaliseerd en de vocalen van elke draagzin werden geïdentificeerd aan de hand van een breedbandspectrogram. Voor elke vocaal werden waarden van F1 en F2 bepaald aan de hand van het Burg-algoritme geïmplementeerd door Boersma & Weenink (2000) in PRAAT. De formanten werden gemeten in het midden van de vocaal omdat verondersteld wordt dat hier de invloed van de omringende segmenten minimaal is en de articula-

torische doelpositie er maximaal wordt bereikt. Bij de analyse werden de standaardparameters gebruikt, die voor mannen- en vrouwenstemmen enigszins dienen te verschillen om betrouwbare metingen te krijgen. Verder werd de duur gemeten van de vocalen in de testwoorden. De duur van de geïsoleerd uitgesproken vocalen die op de tweede positie van de draagzin stonden, werd buiten beschouwing gelaten omdat de duur van een geïsoleerd uitgesproken vocaal niet zinvol bepaald wordt door linguïstische factoren en die klinkerrealisaties in kwestie dus weinig informatie bieden over de linguïstisch-systematische aspecten van klinkerduur.

Naast visuele identificatie en akoestische analyse werden de vocalen op de tweede positie in de draagzin ook perceptueel geëvalueerd. Het bleek immers dat sommige proefpersonen in een beperkt aantal gevallen een andere vocaal realiseerden dan die door het testwoord en de spelling werd aangegeven. Deze perceptuele evaluatie is niet gebeurd voor de vocalen in de testwoorden omdat hier de vocaalkwaliteit voldoende werd gesuggereerd en eventuele afwijkingen in uitspraak van de klinkers hier indicatief zijn voor regionale variatie.

3. Resultaten

Dit onderzoek leverde in het totaal 3360 metingen op van de formantwaarden F1 en F2 en 1680 duurmetingen. In de bespreking wordt eerst aandacht besteed aan de normalisatieproblematiek. Vervolgens wordt dieper ingegaan op de analyse van de metingen.

3.1. *Normalisatieproblematiek*

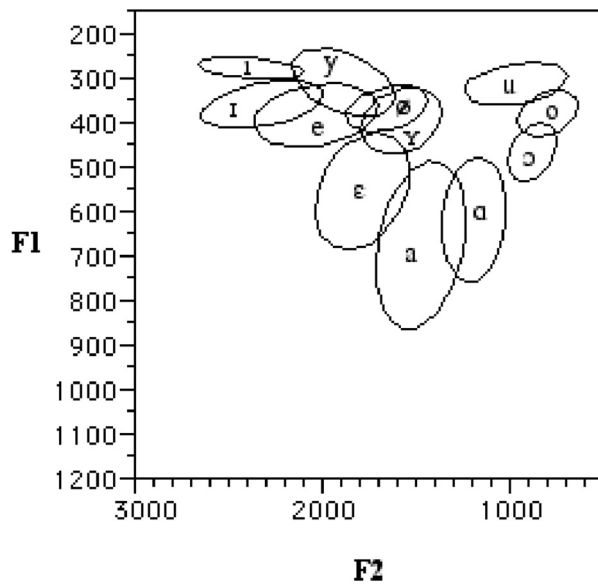
In de inleiding werd aangegeven dat formantwaarden de akoestische reflex zijn van verschillende fysiologische parameters. In de beschrijving van regionale uitspraakvariatie in de klinkers zijn voornamelijk de dimensies articulatieplaats (voor vs. achter) en vernauwingsgraad (gesloten vs. open) interessant. Sprekergebonden aspecten die samenhangen met anatomische verschillen tussen b.v. mannen en vrouwen zijn voor dit onderzoek minder relevant, maar verdienen bij de bespreking van de resultaten toch enige aandacht.

Om sprekergebonden verschillen te normaliseren kunnen verschillende technieken worden gebruikt, waarnaar wordt verwezen in Adank, Van Heuven & Van Hout (1999) en Van Hout, Adank & Van Heuven (2000). Behalve de bekende Bark-transformatie, die de formantwaarden omrekent naar een schaal die beter aangepast zou zijn aan de perceptie van formanten, wordt extrinsieke normalisatie voorgesteld. Dit type normalisatie houdt in dat de klinkers van eenzelfde spreker relatief ten opzichte van elkaar worden geplaatst door b.v. een transformatie van formantwaarden naar z-scores. Bij deze

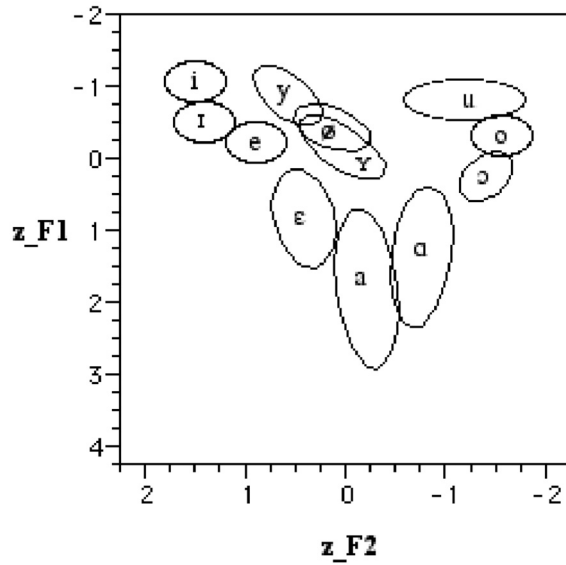
transformatie worden de klinkers van alle individuele sprekers op een schaal geplaatst met een gemiddelde van 0 en een standaarddeviatie van 1, wat erop neerkomt dat de klinkers van een zelfde spreker gerelateerd worden aan zijn andere klinkerrealisaties en de klinkers dus relatief ten opzichte van elkaar gepositioneerd worden. Van Hout, Adank & Van Heuven (2000) tonen aan dat een dergelijke omrekening erg efficiënt is bij het scherper scheiden van de klinkers in de klinkerruimte omdat de spreiding van de metingen voor de verschillende klinkers gereduceerd wordt.

Om na te gaan of dit ook geldt voor de resultaten van dit onderzoek werden F1 en F2 voor elke spreker omgerekend naar z-scores. Vervolgens werden beide types meetresultaten op een akoestisch klinkerdiagram geplaatst en werd voor elke klinker een 50% ellips getekend die een indicatie geeft van de spreiding van de meetresultaten voor deze klinker. Het resultaat van deze procedure wordt voor de Limburgse mannen geïllustreerd in figuur 3:

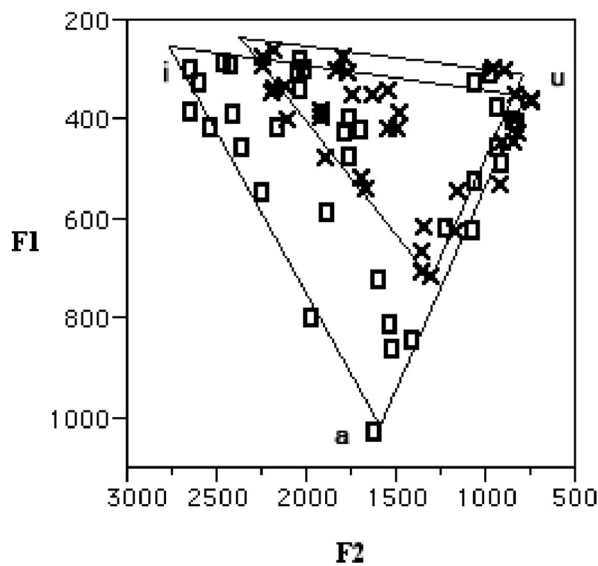
Uit figuur 3 blijkt dat de transformatie naar z-scores (onderste diagram) de spreiding in de klinkerruimte aanzienlijk reduceert ten opzichte van een representatie van de formantwaarden in Hz. Dit wordt visueel aangegeven door de grootte van de 50% ellips voor de klinkers, die doorgaans kleiner is voor de representatie in z-scores. Dit heeft tot gevolg dat de klinkers in de klinkerruimte duidelijker van elkaar worden gescheiden, wat overeenkomt met de bevindingen van Van Hout, Adank & Van Heuven (2000).



Figuur 3: Spreiding van de klinkers van de Limburgse mannen op basis van de formantwaarden (in Hz – bovenste diagram) en de transformaties van F1 en F2 naar z-scores (volgend diagram).



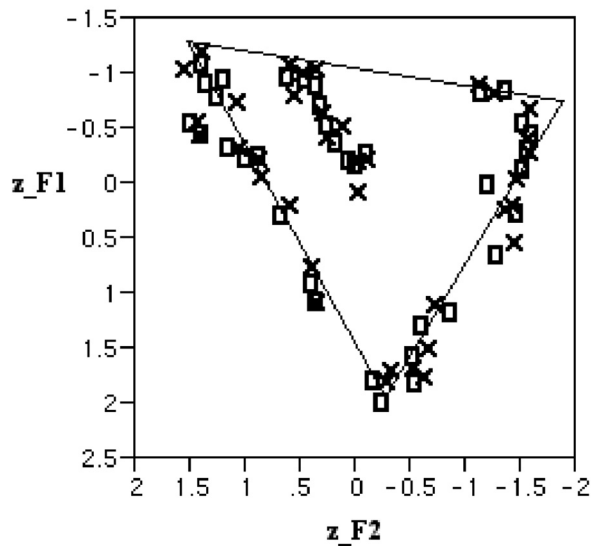
Hoewel het onderzoek van Van Hout, Adank & Van Heuven (2000) geen voorspellingen doet over de toepasbaarheid van deze techniek voor het normaliseren van verschillen tussen mannen en vrouwen, leek het interessant om de formantwaarden van dit onderzoek om te rekenen naar z-scores om na te gaan hoe deze transformatie zich in deze gedraagt. De verschillen tussen de formantwaarden van mannen en vrouwen zijn immers aanzienlijk, zoals door figuur 4 wordt geïllustreerd:



Figuur 4 : Akoestisch klinkerdiagram op basis van F1 en F2 (in Hz) voor mannen en vrouwen uit de regio's Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen.

Uit figuur 4 blijkt dat de akoestische vocaaldriehoeken van de mannen en de vrouwen ruwweg dezelfde geometrische vorm hebben, maar dat ze qua grootte duidelijk van elkaar verschillen: de driehoek van de vrouwen is naar linksonder uitgerekt in vergelijking met die van de mannen. Om na te gaan in welke mate de geobserveerde verschillen in formantwaarden voor de vocalen bij mannen en vrouwen significant zijn, werd een MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) uitgevoerd met F1 en F2 als afhankelijke variabelen en SEXE en VOCAAL als onafhankelijke variabelen. Deze analyse levert een significant effect op van de variabele SEXE ($F(11,3336)=2275.03$; $p < 0.001$), een significant effect van de variabele VOCAAL ($F(1,3336)=541.86$; $p < 0.0001$) en een significante interactie tussen de twee effecten ($F(11,3336)=24.9984$; $p < 0.0001$). Deze interactie zou kunnen betekenen dat sexeverschillen voor sommige klinkers significant andere formantwaarden opleveren, terwijl dat voor andere klinkers niet zo is. Dit werd onderzocht met een contrast-analyse, waarbij de individuele klinkers van mannen en vrouwen met mekaar werden vergeleken. Het resultaat van deze analyse wijst op een significante invloed van sexeverschillen op de formantwaarden van de klinkers [i ɪ y e ø ε ʏ a] d.w.z. de voor- en middenklinkers. Voor de achterklinkers zijn de sexeverschillen niet significant. Dit bevestigt de visuele indruk in figuur 4 dat de verschillen tussen mannen en vrouwen voornamelijk betrekking hebben op de voorvocalen waar de waarde van F2 gemiddeld een stuk hoger ligt bij de vrouwen.

Om de hierboven geobserveerde verschillen te normaliseren, werden de formantwaarden van mannen en vrouwen omgerekend naar z-scores. Deze omrekening wordt geïllustreerd in figuur 5:



Figuur 5:
Akoestisch klinkerdiagram op basis van de transformatie van F1 en F2 (in Hz) naar z-scores voor mannen en vrouwen uit de regio's Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen.

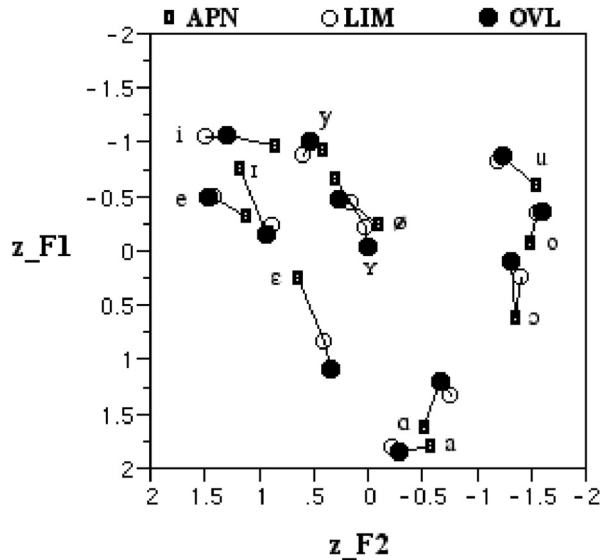
Uit figuur 5 lijkt het verschil in formantwaarden tussen mannen en vrouwen op de getransformeerde schaal volledig te zijn verdwenen: de z-scores van de vrouwen nemen dezelfde klinkerruimte in beslag als die van de mannen. Deze visuele indruk wordt grotendeels bevestigd door een MANOVA met z_F1 en z_F2 als afhankelijke variabelen en *SEXE* en *VOCAAL* als onafhankelijke variabelen. Deze analyse levert een significant effect op van *VOCAAL* ($F(11, 3336) = 2210.2351, p < 0.0001$), maar *SEXE* is hier niet langer significant ($F(1, 3336) = 0.000, p = 9960$). Weer is er een significante interactie tussen *VOCAAL* en *SEXE* ($F(11, 3336) = 3.4668, p < 0.0001$). Vervolgens werden de sexeverschillen voor de verschillende klinkers gecontrasteerd om na te gaan voor welke vocalen het verschil tussen mannen en vrouwen significant is. Hieruit blijkt dat er voor de meeste vocalen geen significante sexeverschillen meer worden vastgesteld, behalve voor de vocalen [i], [I] en [y].

De statistische analyse laat dus zien dat de z-transformatie een zeer bruikbare techniek is om klinkerrealisaties te normaliseren: sexeverschillen die significant waren op de Hertz-schaal, zijn niet langer significant op de getransformeerde z-schaal. Hoewel de transformatie naar z-scores niet alle sexeverschillen normaliseert, werkt ze in die mate goed dat de formantwaarden van mannen en vrouwen werden samengenomen in deze studie van regionale variatie.

3.2. Regionale variatie

3.2.1. FORMANTWAARDEN

De belangrijkste doelstelling van dit onderzoek is de studie van regionale variatie in de uitspraak van de Nederlandse klinkers. Op basis van de hierboven gepresenteerde argumenten werden de z-transformaties van de formantwaarden van mannen en vrouwen samengenomen om gemiddeldes te berekenen voor alle klinkers in de verschillende regio's. De resultaten van deze berekeningen worden samengevat in figuur 6:



Figuur 6:

Gemiddelde z-scores voor de Nederlandse klinkers voor mannen en vrouwen samen in de regio's Oost-Vlaanderen, Antwerpen en Limburg. De verbindingslijnen tussen de symbolen relateren de regio's aan de individuele klinkers.

Om na te gaan welke regionale verschillen in de uitspraak van de vocalen significant zijn, werd er een MANOVA uitgevoerd met VOCAAL en REGIO als onafhankelijke variabelen en z_F1 en z_F2 als afhankelijke variabelen. Deze analyse levert een significant effect op van de variabele VOCAAL ($F(11, 3324) = 2761.8081, P < 0.0001$). Het effect van REGIO is gemiddeld niet significant ($F(2, 3324) = 0.6574, p = 0.5182$). De interactie tussen VOCAAL en REGIO is echter wel significant ($F(22, 3324) = 46.1584, p < 0.0001$). Deze interactie zou er op kunnen wijzen dat sommige regionale verschillen in de uitspraak van de vocalen significant zijn, terwijl andere dat niet zijn. Om dit nader te onderzoeken werd een contrast-analyse uitgevoerd waarbij de significantie werd bepaald van regionale verschillen voor individuele vocalen. Hierbij werd de regio Antwerpen vergeleken met respectievelijk Limburg en Oost-Vlaanderen en werd een vergelijking gemaakt tussen Limburg en Oost-Vlaanderen onderling. Uit de analyse blijkt dat de formantwaarden van alle vocalen in de regio Antwerpen significant verschillen met die van de regio Limburg. Bij de vergelijking tussen de Antwerpse en Oost-Vlaamse vocalen blijken ook alle verschillen significant. De verschillen tussen Limburg en Oost-Vlaanderen daarentegen zijn nooit significant, behalve voor de [ɛ]. Op basis van de statistische analyse en figuur 6 kunnen enkele algemeenheden worden geformuleerd over de regionale verschillen tussen de vocalen. Bij de vergelijking van de vocalen in Limburg en Oost-Vlaanderen blijkt het enige

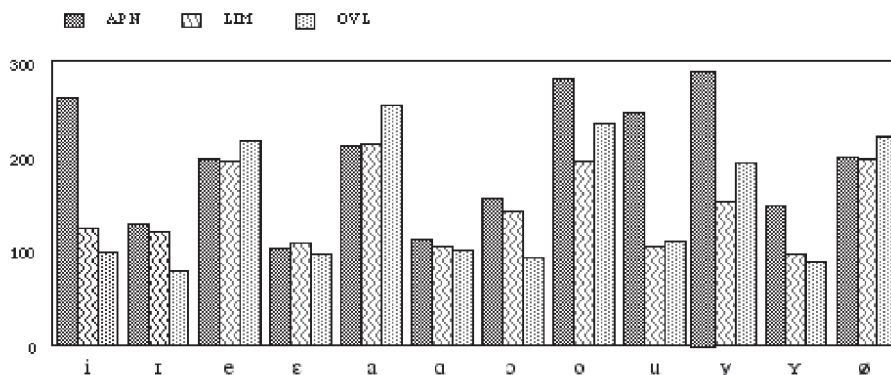
significante verschil betrekking te hebben op de klinker [ɛ], die in Oost-Vlaanderen meer open wordt gerealiseerd dan in Limburg. Voor het overige zijn er dus geen significante regionale verschillen tussen de Limburgse en Oost-Vlaamse vocalen.

Verder wordt ook duidelijk dat de Antwerpse invulling van de vocaaldriehoek aanzienlijk verschilt van het Limburgse en Oost-Vlaamse. Bij de achterklinkers staan de Antwerpse [u], [o], [ɔ] en [ɑ] gemiddeld een stuk lager gepositioneerd dan hun Limburgse en Oost-Vlaamse tegenhangers. Verder geldt dat de gemiddelde waarden voor [ɑ] en [a] in Antwerpen zeer dicht bij elkaar liggen, terwijl die in Limburg en Oost-Vlaanderen duidelijk van elkaar worden onderscheiden. Wat betreft de voor- en middenvocalen kan in Antwerpen worden geobserveerd dat [ɪ] zeer dicht bij [i] ligt en de gemiddelde formantwaarden van [ɤ] zeer dicht bij die van [y] liggen. Verder is de [ɛ] in APN een heel stuk meer gesloten dan haar Limburgse en Oost-Vlaamse tegenhanger, terwijl de [e] en de [ø] dan weer wat meer open en centraal worden gerealiseerd in vergelijking met de andere regio's.

3.2.2. KLINKERDUUR

Naast de formantwaarden werd ook de duur van de verschillende klinkerrealisaties gemeten. Hierbij werden alleen de klinkers die deel uitmaakten van de testwoorden in de draagzin, in rekening gebracht. De geïsoleerd uitgesproken klinkers op de 2de positie van de draagzinnen werden buiten beschouwing gelaten omdat de duur van een geïsoleerd uitgesproken vocaal niet zinvol bepaald wordt door linguïstische factoren: deze klinkerrealisaties bieden dus weinig of geen informatie over de linguïstisch-systematische aspecten van klinkerduur.

De gemiddelde duur van de klinkers wordt samengevat in figuur 7:



Figuur 7: Gemiddelde duur (in msec) van de 12 Nederlandse monoftongen in de regio's Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen.

Figuur 7 laat duidelijk zien dat er in de drie variëteiten een onderscheid is tussen korte en lange vocalen. Er zijn echter enkele opvallende verschillen tussen de drie regionale variëteiten die statistisch significant zijn op basis van een driewegsvariantie-analyse ($F(1,22) = 17.28, p < 0.0001$). Een eerste vaststelling is dat twee Antwerpse klinkers lang zijn, terwijl ze in LIM en OVL kort worden gerealiseerd. Dit betreft [i] en [u] met een gemiddelde duur van 261 en 246 msec. De gemiddelde waarden voor LIM en OVL zijn respectievelijk 123 en 97 msec voor [i] en 104 en 109 msec voor [u]. Een tweede vaststelling is dat Antwerpse [o] en [y] beduidend langer duren dan in LIM en OVL: de gemiddelde waarden bedragen 282 en 290 msec tegenover 195/233 en 151/193 msec voor LIM en OVL, waar ze toch ook vrij lang zijn. De derde vaststelling is dat een aantal korte klinkers in OVL extra kort worden gerealiseerd. Dit betreft [ɪ], [ɪ] en [ɔ] met gemiddeldes van 97, 78 en 91 msec. Verder worden in vergelijking met Limburg de lange vocalen in Oost-Vlaanderen extra lang gerealiseerd. De extra korte realisatie van de meeste korte vocalen en de extra lange realisatie van de lange vocalen lijkt te suggereren dat het duuronderscheid in de Oost-Vlaamse variëteit perceptueel sterker werkt dan bij de Limburgse vocalen. Dit wordt ook gereflecteerd in het gemiddelde verschil tussen de duur van de lange vocalen en die van de korte vocalen. Voor Limburg is deze waarde 77 msec, terwijl die voor Oost-Vlaanderen met 132 msec bijna dubbel zo groot is. Antwerpen ligt met 98 msec tussen de twee regio's in.

4. Discussie

Dit onderzoek is een systematische analyse van de regionale uitspraakvariatie van de Nederlandse klinkers in drie Vlaamse regio's, nl. Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen. Hiertoe werden de formantwaarden F1 en F2, en de duur van een substantieel aantal klinkerrealisaties gemeten. De formantwaarden werden geconverteerd naar z-scores om na te gaan of sprekergebonden invloeden konden worden genormaliseerd. Hieruit bleek dat deze transformatie de klinkers in de klinkerruimte scherper scheidde doordat de spreiding van de gemeten waarden voor elke klinker significant werd gereduceerd. Dit is consistent met de bevindingen van Van Hout, Adank & Van Heuven (2000). Verder werd onderzocht of de transformatie naar z-scores in staat was om het verschil tussen mannen en vrouwen te normaliseren. Bij de vergelijking van de formantwaarden tussen mannen en vrouwen bleek in dit onderzoek dat de klinkerdriehoek essentieel dezelfde geometrische vorm heeft, maar dat hij naar linksonder is opgerekt ten opzichte van die van de mannen. Deze

verschillen waren statistisch significant.

Dit resultaat stemt overeen met Most, Amir & Tobin (2000). Zij vonden voor het Hebreeuwse klinkersysteem een vergelijkbaar verschil in formantwaarden van klinkers geproduceerd door respectievelijk mannen, vrouwen, jongens en meisjes, nl. bij de vergelijking van de verschillende groepen wordt het klinkerdiagram steeds verder naar linksonder opgerekt:

Observation of F1 values of the four groups revealed that the lower the vowel the greater the differences among groups (i.e., maximal differences were observed for the vowel /a/, while minimal differences were observed for the vowels /i, u/). For the F2 values of the four groups, however, maximal differences were observed for the front vowels (/i,e/) gradually diminishing towards the back vowels (/o, u/). (Most, Amir & Tobin, 2000: 299).

Most, Amir & Tobin (2000) concluderen dat

(...) similar geometrical shapes were obtained for all four groups. The figure illustrates the expansion of the vowel space as an inverse function of vocal tract length, with back vowels remaining more stable than nonback vowels. The small differences between the four groups in F1 and F2 values of the back vowels might be explained by the mobility limitations of the tongue in the back of the oral cavity. The front of the oral cavity allows better and easier mobility of the articulators, resulting in greater variability among speaker groups. (Most, Amir & Tobin, 2000: 299).

De verschillen in formantwaarden tussen mannen en vrouwen in dit onderzoek en de vergelijkbare conclusies van Most, Amir & Tobin (2000) zijn een verfijning van wat Ladefoged hierover poneert. Hij lijkt te impliceren dat het sexeverschil een even grote invloed heeft op de formantwaarden van alle vocalen:

The men's vowels have lower formant frequencies, resulting in their [vowel] chart being more compressed with all the points being moved upward and to the right. This is because men have larger vocal tracts, containing bigger bodies of air. These larger bodies of air vibrate more slowly, so that the formants have lower frequencies. (Ladefoged, 2001: 43)

In deze studie hebben de verschillen in formantwaarden bij mannen en vrouwen voornamelijk betrekking op de voorvocalen, terwijl die van de achtervocalen vrijwel perfect vergelijkbaar zijn.

De toepassing van een transformatie van formantwaarden naar z-scores liet zien dan de geobserveerde verschillen tussen mannen en vrouwen vrijwel helemaal wegvallen: drie uitzonderingen niet te na gesproken zijn ze niet langer statistisch significant. Dit wijst erop dat een transformatie van for-

mantwaarden naar z-scores een eenvoudige maar krachtige techniek is die bij dit soort onderzoek zeker verdere aandacht verdient.

Wat betreft de verschillen en overeenkomsten tussen de regionale variëteiten werden twee belangrijke vaststellingen gedaan. De statistische analyse van de verschillen tussen de Limburgse en Oost-Vlaamse klinkers laat zien dat de akoestische kenmerken van de klinkers in beide regio's vrijwel perfect met elkaar overeenstemmen. Het enige statistisch significante verschil dat aan het licht kwam bij de vergelijking van de klinkers in Oost-Vlaanderen en Limburg betrof de klinker [ɛ], die in Oost-Vlaanderen een stuk meer open wordt gerealiseerd.

Duurmetingen van de vocalen geven aan dat er in beide regionale variëteiten 7 korte klinkers zijn tegenover 5 lange klinkers. Voor de Oost-Vlaamse realisaties bleek het duurverschil tussen korte en lange klinkers perceptueel sterker te werken dan voor de Limburgse realisaties in die zin dat in Oost-Vlaanderen het verschil tussen korte en lange klinkers gemiddeld groter is: korte klinkers zijn extra kort, terwijl lange klinkers extra lang zijn. Dit is op het eerste zicht een merkwaardige vaststelling omdat Oost-Vlaamse dialecten over het algemeen gekenmerkt worden door een tendens om het verschil tussen korte en lange vocalen te neutraliseren (Taeldeman, 1978). Wellicht moet het extra grote onderscheid tussen de korte en lange vocalen in het Standaardnederlands van Oost-Vlamingen dan ook verklaard worden door hypercorrectie.

De tweede vaststelling i.v.m. regionale uitspraakvariatie is dat de formantwaarden van alle klinkers in de regio Antwerpen statistisch significant afwijken van die in beide andere regio's. Een vergelijking van de klinkerrealisaties in Antwerpen met die uit de andere regio's (figuur 6), laat zien dat de Antwerpse achterklinkers [u], [o], [ɔ] en [ɑ] gemiddeld een stuk lager gepositioneerd staan dan hun Limburgse en Oost-Vlaamse tegenhangers. Verder wordt de [a] in Antwerpen meer centraal uitgesproken dan in Limburg en Oost-Vlaanderen. Door de lagere realisatie van [ɑ] en de centralere positie van [a], komen [ɑ] en [a] in Antwerpen zeer dicht bij elkaar te liggen, terwijl die in Limburg en Oost-Vlaanderen duidelijk van elkaar worden onderscheiden.

Wat betreft de voor- en middenvocalen kan in Antwerpen worden geobserveerd dat [ɪ] zeer dicht bij [i] ligt en de gemiddelde formantwaarden van [ɤ] zeer dicht bij die van [y] liggen. Verder is de [ɛ] in APN een heel stuk meer gesloten dan haar Limburgse en Oost-Vlaamse tegenhanger, terwijl de [e] en de [ø] dan weer wat meer open en centraal worden gerealiseerd in vergelijking met de andere regio's. Bovengenoemde verschillen kwamen statistisch significant uit de contrastanalyse die werd gerapporteerd in sectie 3.2.1.

De grote akoestische gelijkheid tussen [ɑ] en [a], [ɪ] en [i], en [ɤ] en [y] in de Antwerpse regionale variëteit valt samen met een duidelijk duuronderscheid: [i] en [y] zijn lang in vergelijking met hun Limburgse en Oost-Vlaamse tegenhangers. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een te grote akoestische gelijkheid tussen klinkerparen waardoor de akoestisch 'bedreigde' vocaal zich temporeel gaat onderscheiden van de 'indringer'. Hierdoor wordt de [i] lang om zich te onderscheiden van de korte [ɪ]. De [y] verlengt om zich te onderscheiden van de iets langere [ɤ]. Bij de [a] daarentegen hoeft de klinkerduur niet te veranderen omdat die in vergelijking met de [ɑ] al lang was. Hoewel de [u] in de klinkerruimte niet bedreigd wordt door een andere klinker, tonen duurmetingen aan dat hij ook lang wordt gerealiseerd in vergelijking met de andere regio's. Dit kan wellicht worden verklaard door een generaliserende tendens of een streven naar symmetrie in het klinkersysteem: [i] en [y] worden verlengd om een perceptuele afstand te creëren ten opzichte van een indringer, en door generalisatie is dit wellicht ook gaan gelden voor de [u], zodat alle gesloten klinkers lang worden uitgesproken. Tot slot willen we de hier besproken resultaten vergelijken met die van Blancquaert (1950) voor Vlaanderen en met Pols, Tromp en Plomp (1973) voor Nederland. Blancquaert (1950) postuleerde voor de klinkers in Vlaanderen een systeem met vier openingsgraden, nl. gesloten, halfgesloten, halfopen en open. De akoestische metingen voor Limburg en Oost-Vlaanderen suggereren dat een systeem met vijf openingsgraden dichter bij de werkelijkheid is omdat de [ɑ] en [a] significant verschillende openingsgraden hebben: [a] is de meest open vocaal.

Een tweede verschil met Blancquaert (1950) is de bevinding dat de geronde voorvocalen veel centraler gepositioneerd lijken te staan in de klinkerruimte dan hun ongeronde equivalenten: de waarden van F2 voor zowel [y] als [ø] liggen een stuk lager dan die voor [i] en [e], zodat [y] en [ø] zowat halverwege gepositioneerd staan tussen de voor- en achtervocalen. Deze resultaten komen zeer goed overeen met die van Pols, Tromp en Plomp (1973) in figuur 1. Het is dan ook erg aantrekkelijk om deze vocalen als 'centraal' te klassificeren. In dit verband werd al opgemerkt dat F2 niet alleen plaats van articulatie reflecteert, maar ook significant beïnvloed wordt door liprondding: geronde vocalen hebben substantieel lagere F2-waarden dan ongeronde vocalen. Vermits deze twee dimensies voor de geronde klinkers [y] en [ø] samenvallen, kunnen we uit hun centralere positionering op het akoestisch vocaaldigram niet concluderen dat ze ook daadwerkelijk centraler worden uitgesproken dan hun ongeronde tegenhangers.

Als we de resultaten van dit onderzoek vergelijken met de gegevens in Pols, Plomp en Tromp (1973), dan is het meest opvallende verschil het zeer

duidelijke onderscheid tussen [e] en [ɪ], [ɤ] en [ø], en [ɔ] en [o] in de drie onderzochte variëten in Vlaanderen. In Nederland is er vrijwel geen akoestische verschil tussen de respectieve vocaalparen. Dit heeft tot gevolg dat het Nederlandse klinkersysteem er een is met 4 openingsgraden, terwijl in Vlaanderen eerder 5 openingsgraden worden onderscheiden.

5. Conclusie

Uit dit onderzoek blijkt dat de akoestische vergelijking van klinkerrealisties in verschillende regio's haalbaar is en tot zeer inzichtelijke resultaten kan leiden. Afgezien van fundamentele vaststellingen i.v.m. de normalisatieproblematiek, bracht dit onderzoek duidelijke verschillen aan het licht tussen de bestudeerde regionale variëteiten. Uit de vergelijking tussen Limburg en Oost-Vlaanderen bleken de klinkerrealisaties in beide regio's nooit statistisch significant te verschillen afgezien van [ɛ] die in Oost-Vlaanderen een stuk opener wordt gerealiseerd dan haar Limburgse tegenhanger. Het Oost-Vlaamse klinkersysteem werd verder gekenmerkt door een sterker duurcontrast, waarbij de korte klinkers extra kort zijn en de lange klinkers extra lang. Dit kan mogelijk worden verklaard door hypercorrectie.

Alle vocalen uit de Antwerpse regionale variëteit wijken statistisch significant af van de overeenkomstige vocalen uit de andere regio's. De Antwerpse [u], [o], [ɔ] en [ɑ] staan gemiddeld een stuk lager gepositioneerd dan in Limburg en Oost-Vlaanderen. Verder geldt dat de gemiddelde waarden voor [ɑ] en [a] in Antwerpen zeer dicht bij elkaar liggen, terwijl die in Limburg en Oost-Vlaanderen duidelijk van elkaar worden onderscheiden. Wat betreft de voor- en middenvocalen kan in Antwerpen worden geobserveerd dat [ɪ] zeer dicht bij [i] ligt en de gemiddelde formantwaarden van [ɤ] zeer dicht bij die van [y] liggen. Verder is de [ɛ] in APN een heel stuk meer gesloten dan haar Limburgse en Oost-Vlaamse tegenhanger, terwijl de [e] en de [ø] dan weer wat meer open en centraal worden gerealiseerd in vergelijking met de andere regio's. Verder wordt de Antwerpse regionale variëteit gekenmerkt door een essentieel langere duur van alle vocalen op de meest gesloten openingsgraad.

In het algemeen kan worden gesteld dat bovengenoemde inzichten alleen maar aan het licht kunnen komen dankzij de methode van vergelijking, waarbij gelet moet worden op de systematiek in de verschillen tussen de systemen, eerder dan die verschillen te beschouwen als geïsoleerde observaties. Hierdoor kunnen de resultaten niet alleen leiden tot een inzicht in de regionale verschillen in de realisatie van de klinkers, maar kunnen ze mogelijk ook

substantieel bijdragen tot een beter begrip van de organisatieprincipes die aan de basis liggen van klinkersystemen in het algemeen.

Bibliografie

- ADANK, P., VAN HEUVEN, V., VAN HOUT, R.
1999, "Uitspraak van Nederlandse klinkers in Noordelijk Standaardnederlands en in Zuid-Limburg; een akoestische en perceptieve studie". In: E. Huls & B. Weltens (red.) *Artikelen van de derde sociolinguïstische conferentie*, Delft, Eburon, p. 15-26.
- BLANQUAERT, E.
1950, "*Practische uitspraakleer van de Nederlandse Taal*". Antwerpen: De Sikkel.
- BOERSMA, P., WEENINK, D.
2000, "Praat 3.9.9. A system for doing phonetics by computer".
- COLLIER, R., BELL-BERTI, F., RAPHAEL, L.J.
1982, "Some acoustic and physiological observations on diphthongs". In: *Language and Speech* 25, pp. 305-323.
- DE CONICK, R.H.B.
1970, "*Groot uitspraakwoordenboek van de Nederlandse taal*". Antwerpen: De Nederlandsche Boekhandel.
- HONIKMAN, B.
1964, "Articulatory settings". In: D. Abercrombie, D.B. Fry, P.A.D. MacCarthy, N.C. Scott, J.L.M. Trim (red.) *In honour of Daniel Jones. Papers contributed on the occasion of his eightieth birthday 12 September 1961*, London, Longmans, Green and Co, pp. 73-84.
- KOOPMANS-VAN BEINUM, F.J.
1973, "Comparative phonetic vowel analysis". In: *Journal of Phonetics* 1, pp. 249-261.
- LADEFOGED, P.
2001, "*Vowels and Consonants. An Introduction to the Sounds of Languages*". Oxford: Blackwell.
- LAVER, J.
1994, "*Principles of phonetics*". Cambridge: University Press.
- LEHISTE, I.
1963, "*Suprasegmentals*". Cambridge, MA: University Press.
- MADDIESON, I.
1984, "*Patterns of Sounds*". Cambridge: University Press.
- MOST, T., AMIR, O., TOBIN, Y.
2000, "The Hebrew Vowel System: Raw and Normalized Acoustic Data." In: *Language and Speech* 43, 295-308.
- PEETERS, W.J.M.
1991 "*Diphthong dynamics. A cross-linguistic perceptual analysis of temporal patterns in Dutch English and German*". Kampen: Mondiss.
- POLS, L.C.W., TROMP, H.C.R., PLOMP, R.
1973, "Frequency analysis of Dutch vowels from 50 male speakers". In: *Journal of the Acoustical Society of America* 53, 1093-1101.

TAELEDAMAN, J.

1978, *De vokaalstructuur van de "Oostvlaamse" dialecten: een poging tot historische en geografische situering in het Zuidnederlandse dialektlandschap*. Amsterdam: Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij.

VAN HOUT, R., ADANK, P., VAN HEUVEN, V.J.

1999, "Akoestische meting van Nederlandse klinkers in algemeen Nederlands en in Zuid-Limburg". In: *Taal en Tongval* 52, 150-162.

VAN MAELE, G.

1984, *"Handleiding bij de uitspraakleer"*. Lier: Van In.

VAN NIEROP, D.J.P.J., POLS, L.C.W., PLOMP, R.

1973, "Frequency analysis of Dutch vowels from 30 female speakers". In: *Acustica* 29, 110-118.

Appendix 1

Gemiddelde waarden van F1 en F2 (in Hz) voor mannen en vrouwen in de regio's Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen.

Mannen						
	OVL-F1	OVL-F2	AWP-F1	AWP-F2	LIM-F1	LIM-F2
i	259	2188	290	2245	272	2256
ɪ	392	1926	329	2122	382	1922
e	345	2198	399	2110	336	2186
ɛ	539	1679	473	1894	516	1694
a	615	1353	715	1313	653	1359
ɑ	540	1164	704	1368	663	1358
ɔ	423	829	529	922	444	850
o	362	752	443	917	358	747
u	293	968	350	840	300	895
y	271	1797	297	1833	305	1769
ɣ	415	1504	347	1747	384	1490
∅	349	1637	414	1552	341	1544

Vrouwen						
	OVL-F1	OVL-F2	AWP-F1	AWP-F2	LIM-F1	LIM-F2
i	286	2465	298	2654	290	2424
ɪ	458	2364	326	2600	416	2161
e	383	2651	416	2543	389	2416
ɛ	798	1979	548	2250	589	1891
a	1030	1626	861	1519	720	1603
ɑ	845	1412	811	1541	617	1230
ɔ	524	1074	622	1080	486	912
o	408	831	456	936	404	853
u	306	971	374	935	326	1065
y	282	2033	302	2051	301	2007
ʏ	475	1767	341	2032	420	1702
∅	388	1910	427	1783	399	1765

Appendix 2

Gemiddelde duur (in msec) van de klinkers in de regio's Antwerpen, Limburg en Oost-Vlaanderen.

Vocaal	Antwerpen	Limburg	Oost-Vlaanderen
i	261	123	97
ɪ	128	120	78
e	196	194	216
ɛ	102	108	96
a	211	213	253
ɑ	111	103	99
ɔ	155	142	91
o	282	195	233
u	246	104	109
y	290	151	193
ʏ	148	96	88
∅	198	197	220