

Roeland van Hout, Patti Adank, Vincent J. van Heuven

Akoestische metingen van Nederlandse klinkers in algemeen Nederlands en in Zuid-Limburg

Abstract

Acoustical measurements are pivotal in Labov's work on variation and change in vowels and vowel systems (Labov 1994). Main reasons why the application of acoustical techniques in language variation research remained rather exceptional seem to be lack of interest on the part of phonetics and lack of expertise on the part of dialectology and sociolinguistics.

In this contribution we discuss the results of a pilot study on acoustical measurement techniques for vowels. Two different Dutch accents were involved. We especially investigated which normalization and transformation methods are appropriate to maintain linguistically relevant variation patterns and to reduce anatomical-physiological differences. The pilot outcomes do not support the normalization method used by Labov (1994). At the same time, the outcomes show how crucial acoustical measurement techniques will be for future research on language variation.

1. Inleiding

Er bestond bij Jo Daan geen aarzeling over het belang van het werk van Labov. Zij schoof hem in 1967 naar voren in de Nederlandse sociodialectologie (Daan & Weijnen 1967) en ze heeft gelijk gekregen. Het werk van Labov behoort intussen tot de klassieke sociolinguïstische literatuur. Opmerkelijk is dat zijn latere werk op het gebied van klinkermetingen noch in Nederland noch internationaal veel navolging heeft gevonden. Zijn onderzoek op basis van akoestische metingen begon met Labov, Yaeger en Steiner (1972). In zijn meeste recente boek (Labov 1994) spelen dergelijke metingen een centrale rol. Ze brengen patronen aan het licht van systematische variatie en veranderingen in klinkers en klinkersystemen.

Waarom heeft het gebruik van akoestische metingen zo weinig navolging gevonden? Het antwoord is eenvoudig. Fonetici hadden weinig dan wel onvoldoende belangstelling voor taalvariatie en sociolinguïsten hadden niet de expertise om de fonetische analyseprogramma's toe te passen op taal-

variatiegegevens. Tijden veranderen. Sinds kort worden er in Nijmegen op grotere schaal akoestische metingen gedaan op reeksen van klinkers met het doel om taalvariatie te bestuderen. Deze onderneming maakt deel uit van een groter project naar uitspraakverschillen in het Nederlandse taalgebied (zie Van Hout et al. 1999). In deze bijdrage beperken we ons tot de gegevens uit een voorstudie waarbij het ging om klinkerverschillen tussen het Standaardnederlands in algemene zin (zonder regionale kleuring; wij gebruiken daar de naam algemeen Standaardnederlands voor (= *ASN*), waar anderen waarschijnlijk de voorkeur geven aan de term *ABN*) en het Standaardnederlands van dialectsprekers geboren en getogen en nog steeds woonachtig in Valkenburg dat in Zuid-Limburg ligt. Uiteraard was het mogelijk geweest dat de betrokken spreeksters allemaal vlekkeloos *ABN* spraken. Het bleek evenwel dat alle spreeksters een duidelijk herkenbaar Limburgs accent hadden in hun standaardtaal. De spreeksters zijn geschaard onder de noemer van het Valkenburgs Standaardnederlands (= *VSN*).

De twee ‘variëteiten’ van het Standaardnederlands (*ASN* en *VSN*) zijn gekozen omdat akoestische metingen in staat zouden moeten zijn om verschillen aan het licht te brengen. Dat lijkt voor de hand te liggen, maar er zijn vele mogelijkheden om dergelijke metingen te berekenen, te transformeren en te normaliseren. Is er een methode of benadering vanuit taalvariatieperspectief die het beste is? Op deze vraag willen we in deze bijdrage ingaan, zonder overigens op dit moment een afdoend antwoord te kunnen geven.

2. Akoestische metingen, transformaties, normalisaties

Akoestisch onderzoek van klinkers is in het Nederlandse taalgebied eerder uitgevoerd, al in een wat verder verleden zelfs en natuurlijk door fonetici. Het Nederlandse onderzoek is van Pols (1977) en het is gedaan voor 50 mannen en 25 vrouwen van ongespecificeerde regionale herkomst. Akoestisch onderzoek van dialectklinkers is beperkt gebleven tot het Utrechts (Koopmans-van Beinum 1973). Verder verscheen onlangs in *Taal en Tongval* het onderzoek van Schouten, Crielaard en Van Dijk (1998) over de open klinkers in het Utrechts en het Amsterdams.

In de akoestische metingen van klinkers worden de formanten vastgesteld. De eerste en de tweede formant (F_1 en F_2) corresponderen ruwweg met de bekende dimensies van de klinkerruimte: open-gesloten en voor-achter. Pols (1977) berekende voor de klinkers van het Nederlands de gemiddelde formantfrequenties. Een overzicht van de volle klinkers voor mannelijke sprekers is te vinden in Rietveld en Van Heuven (1997: 133). De metingen staan in hertz (Hz); er hebben geen verdere bewerkingen plaatsge-

vonden. Er kan op basis van de ruwe metingen in Hz onderzoek gedaan worden naar verschillen tussen klinkers, ook voor de vergelijking van klinkers uit verschillende taalvariëteiten. Een voorbeeld is Schouten, Crielaars en Van Dijk, die voor de vergelijking van de /a/ en /a:/ in het Utrechts en Amsterdams de ruwe F_1 en F_2 frequenties gebruikten.

Maar aan het gebruik van akoestische metingen kleven ook bezwaren waar het om de variatie tussen klinkers en sprekers gaat. Bij het produceren van een klinker geeft een spreker ook andere informatie mee. Vandaar dat we sprekers kunnen herkennen. Met andere woorden, zowel de taalkundig-fonetisch relevante klankeigenschappen als de irrelevante (anatomisch-fysiologisch geconditioneerde) stemverschillen zijn in de akoestiek verstrengeld. Vooralsnog is niet duidelijk is hoe stem en uitspraak akoestisch van elkaar gescheiden kunnen worden.

Er zijn in de literatuur vele voorstellen te vinden die de akoestische metingen dicht bij het menselijk oor (en de werking van de spraakproductie) moeten brengen. In de discussie rondom transformaties en normalisatie zijn vier typen te onderscheiden, waarvan de eerste drie als intrinsiek kunnen worden aangemerkt. Zij zijn gebaseerd op de formantmetingen die op een specifieke klinker zijn gedaan. Het vierde type, beter bekend onder de naam van sprekernormering, betreft in de berekeningen de metingen van alle klinkers. De volgende typologie kan worden gebruikt:

- *meetschaal* hertz, log hertz, Bark
Formanten worden gewoonlijk in hertz gegeven. Andere schalen zijn door de bank genomen bedoeld als aanpassing aan de eigenschappen van het menselijk oor, zoals het trekken van een logaritme of de Bark-schaal (zie Rietveld & Van Heuven 1997).
- *weging, type 1: correctie voor lagere formanten* F_1-F_0 , F_2-F_1 , F_3-F_2
De correctie voor F_0 wil anatomische en fysiologische verschillen tussen sprekers wegnemen (zoals het verschil tussen mannen en vrouwen).
- *weging, type 2: combinatie meerdere formanten*
Carlson et al. (1975) stellen dat F_2' , die een gemiddelde is van F_2 , F_3 en F_4 , een superieure maat is voor de voor-achter dimensie.
- *extrinsieke normalisatie*
aritmetisch (z-score; Lobanov), geometrisch (Neary), eindpunt (Gerstman)
De verschillende klinkers van eenzelfde spreker worden relatief ten opzichte van elkaar geplaatst. Deze aanpak heet extrinsiek omdat naar de eigenschappen van alle relevante klinkers gekeken wordt.

De voorbeelden in de bovenstaande typologie kunnen nog verder worden uitgebreid. Nu doet zich het merkwaardige feit voor dat de literatuur suggereert dat het intussen duidelijk is welke benadering superieur is. Labov (1994:56) stelt dat Hindle (1978) afdoende heeft laten zien dat de geometrische normalisatie van Neary (1977) de verschillen die samenhangen met de lengte van het spreekkanaal elimineert terwijl de verschillen in uitspraakvariatie overeind blijven. Hierbij kan opgemerkt worden dat Hindle (1978) een tamelijk beperkt onderzoek was. Niettemin zijn ook de fonetici onder de indruk van de geometrische normalisatie, getuige Rietveld en Van Heuven (1997:330) die daarvoor naar Neary (1977) verwijzen. Zij stellen dat de Bark-transformatie nog een verdere verbetering van de sprekernormering zou betekenen. Het bewijsmateriaal is evenwel niet omvangrijk. In de voorstudies die we zelf verricht hebben komt de geometrische transformatie niet als bijzonder doeltreffend te voorschijn (zie Adank 1999). Dat is opmerkelijk. De aritmetische transformatie (z-scores) bleek doeltreffender. Vandaar dat we in deze bijdrage gekozen hebben voor de aritmetische transformatie om te illustreren wat het nut is van een extrinsieke normalisatie.

3. Het materiaal

Er is gebruik gemaakt van bestaande opnames die gemaakt zijn in het kader van het onderzoek van Renée van Bezooijen, die zo welwillend was om het materiaal beschikbaar te stellen. Het gaat om opnamen van los gesproken klinkers (geen medeklinkers) van 16 vrouwelijke sprekers van het algemeen Standaardnederlands (= ASN) en eenzelfde aantal spreeksters afkomstig uit het Zuid-Limburgse Valkenburg (Valkenburgs Standaardnederlands= VSN). De ASN-spreksters waren hoog opgeleid (voltooide of bijna voltooide universitaire opleiding); bij de VSN-groep was het opleidingsniveau lager dan gemiddeld, variërend van Lager Algemeen Vormend Onderwijs tot maximaal HBO. Het materiaal kwam van een van de taken uit een groter interview. De taak bestond uit het uitspreken van alle 15 Nederlandse klinkers (voor details en verdere achtergrond, zie Van Rie, Van Bezooijen & Vierregg 1995). Informanten werd gevraagd de klinkers in een rustig tempo voor te lezen. Voor elke klinker stond een woord met daarin de doelklinker, om aan te geven hoe deze moest worden uitgesproken. Het woord zelf werd niet voorgelezen. De lijst van 14 klinkers werd twee keer voorgelezen. Helaas ontbrak de /œy/ in de lijst met losse klinkers. Wel kwam per informante een realisatie van het woord 'huis' voor in het woordenlijstmateriaal. Omdat de /h/ geen invloed heeft op de klankkleur van de daaropvolgende klinker, en omdat de anticiperende coarticulatie met de slot-/s/ gering is, hebben we

besloten voor iedere spreekster de $2 * 14$ losse klinkers aan te vullen met de /œy/ van huis. In totaal bestond het materiaal dus uit 29 klinkers x 31 sprekers = 899 klinkertokens.

Twee onafhankelijk opererende expert-luisteraars beoordeelden alle 899 klinkers. Zij gaven aan hoeveel ieder individueel klinkertoken afweek van de ASN-norm langs de dimensies (i) klinkerhoogte, (ii) vernauwingsplaats, (iii) duur en (iv) diftongeringsgraad. De resultaten van deze perceptieve analyse werden gebruikt om enkele spreeksters en klinkers uit te sluiten van de akoestische analyse. Eén van deze spreeksters was een ASN-spreekster van wie meerdere klinkers door de beoordelaars langs meerdere kenmerken tegelijk als licht afwijkend waren bestempeld en die langs één kenmerk als sterk afwijkend waren aangemerkt. Van de Valkenburgse spreeksters gedroegen er drie zich meer systematisch anders dan de overige 13 spreeksters. Waar de meerderheid van 13 spreeksters naar aanleiding van dezelfde stimulusklinker (en stimuluswoord) consequent dezelfde klinker produceerden, realiseerden deze drie spreeksters afwijkende (in dit geval zelfs de verkeerde) klinkers. Zie hiervoor verder Adank et al. (1999). De afwijkende spreeksters zijn in de analyse verwijderd.

De beoordelingen van de twee expert-luisteraars hebben ook verschillen opgeleverd tussen het ASN en het VSN. De belangrijkste verschillen van het VSN ten opzichte van het ASN waren de volgende:

- de lange middenklinkers /e:/, /o:/ en /ø:/ worden in het VSN veel monofongaler uitgesproken;
- de diftongen /ɛi/ en /œy/ verglijden minder in het VSN; voor de /au/ wordt dit niet geconstateerd;
- de korte klinkers /ɛ/ en /ɪ/ worden veel opener uitgesproken in het VSN; in lichtere mate geldt dit ook voor de /ʏ/;
- de lange middenklinkers /e:/ en /ø:/ en in mindere mate de /o:/ hebben een geslotener beginpunt; dit geldt ook voor de tweeklanken /ɛi/ en /œy/.

Deze verschillen tussen de twee variëteiten moeten grotendeels terugkeren in de akoestische metingen.

4. De resultaten

Tabel 1 presenteert de gemiddelde waarden van F_1 en F_2 voor alle 15 klinkers, voor ASN en VSN. Er zijn ook duurmetingen verricht, maar daar zien we hier vanaf.

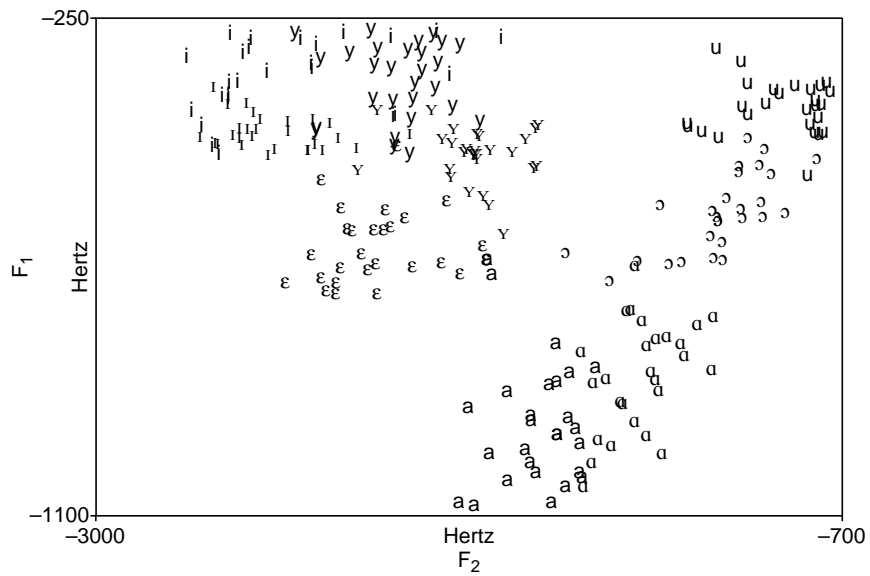
Akoestische metingen van Nederlandse klinkers

Tabel 1: Gemiddelde frequenties van F_1 en F_2 voor de 15 klinkers van het Nederlands, uitgesplitst naar algemeen Standaardnederlands (=ASN) en Valkenburgs Nederlands (=VSN)

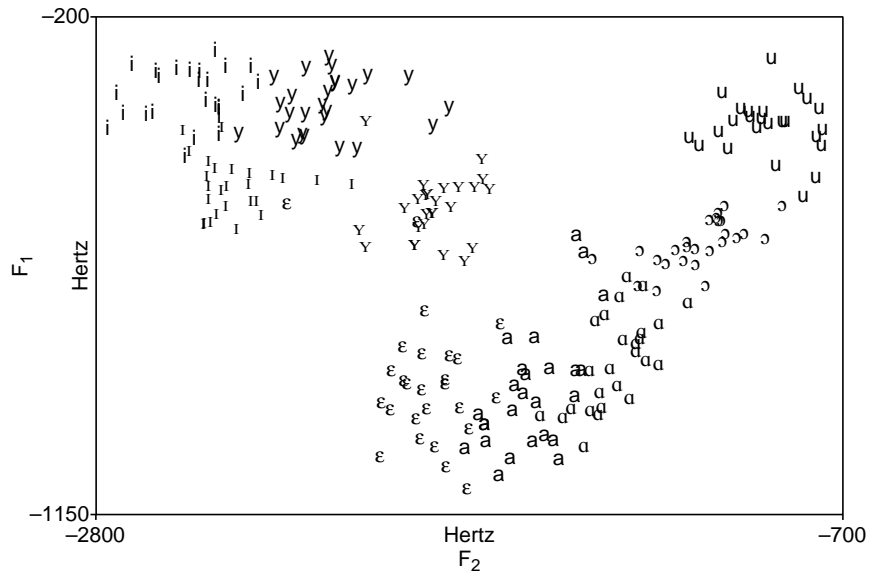
	ASN		VSN	
	F_1	F_2	F_1	F_2
niet-verglijdende klinkers				
i.	346	2401	350	2536
y.	354	2070	364	2149
u.	400	893	406	910
ɪ	442	2452	521	2409
ʏ	482	1832	563	1852
ɔ	581	1079	631	1104
ɛ	638	2123	895	1873
a:	948	1644	913	1575
ɑ	859	1321	855	1339
verglijdende klinkers				
e:	438	2443	431	2525
ø:	459	1873	444	2008
o:	525	1033	466	938
ɛi	689	2198	617	2287
œy	644	1705	576	1921
au	797	1266	692	1176

De cijfers in tabel 1 wijzen op verschillen tussen de twee variëteiten van het Nederlands. Om dat duidelijk te maken zijn de posities van de niet-verglijdende klinkers uitgezet in een plot, voor zowel het ASN (zie figuur 1) als het VSN (zie figuur 2). De verglijdende klinkers zijn achterwege gelaten omdat verschillen in mate van verglijding bij (potentiële) diftongen gerelateerd moeten worden aan een akoestische parameter waarin een tijdsdifferentiatie in het spectrum zichtbaar is. Dat vormt een apart meetprobleem, waaraan Labov (1994) geen aandacht besteedt. We hebben ze hier niet opgenomen in de plots van de klinkerruimtes, alhoewel we beseffen dat juist deze groep van klinkers van belang is in het onderzoek naar variatie in het Nederlands.

Figuur 1: Plot van de formantgegevens in Hz van de negen niet-verglijdende klinkers van de sprekers van het algemeen Standaardnederlands (ASN)



Figuur 2: Plot van de formantgegevens in Hz van de negen niet-verglijdende klinkers van de sprekers van het Valkenburgs Standaardnederlands (VSN)



Figuur 1 en 2 laten duidelijk zien dat er een ruime hoeveelheid variatie is in de formantwaarden van de klinkers en dat er sprake is van overlappingen tussen klinkers. Verder zijn er verschillen te zien tussen de beide variëteiten, maar één verschil is overduidelijk en wel de positie van de / ϵ /. De / ϵ / is in het vsn een stuk opener en komt in het gebied van de 'a'-klanken terecht.

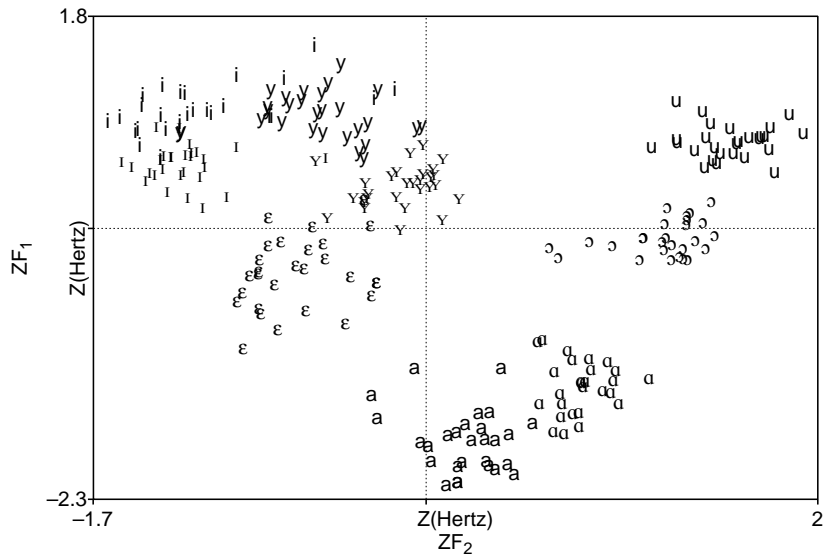
Wat gebeurt er nu als we een aritmetische normalisatie toepassen? Het gaat dan om het berekenen van z-scores, waarbij de klinkers per spreker op een schaal terecht komen met een gemiddelde van 0 en een standaarddeviatie van 1. Het houdt in dat de klinkerrealisatie van een spreker gerelateerd wordt aan de andere klinkerrealisaties. Het gaat om de relatieve posities van de klinkers ten opzichte van elkaar, waarbij elke spreker eenzelfde schaal kent. De gemiddelde scores van de negen niet-verglijdende klinkers zijn te vinden in tabel 9. De z-scores zijn berekend op de verzameling van deze negen klinkers.

Tabel 2: Gemiddelde frequenties in z-scores van F_1 en F_2 voor de negen niet-verglijdende klinkers van het Nederlands, uitgesplitst naar algemeen Standaardnederlands (=ASN) en Valkenburgs Nederlands (=VSN)

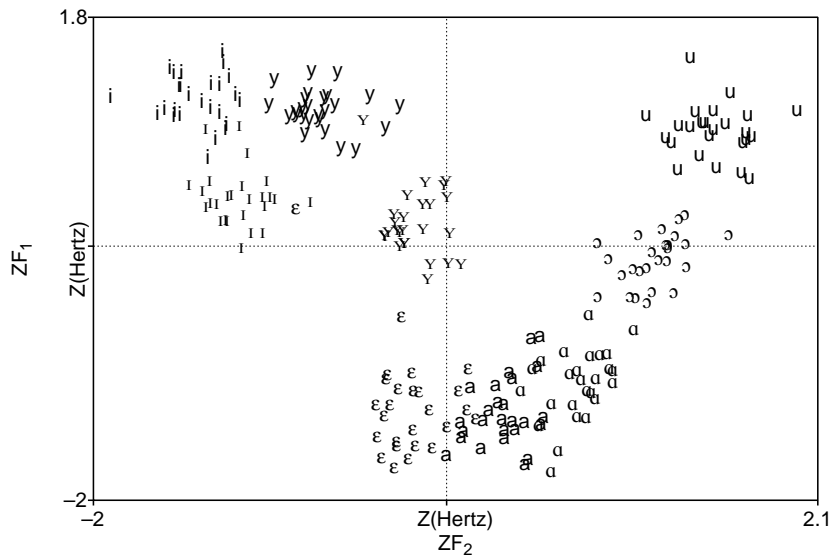
	ASN		VSN	
	z_{F_1}	z_{F_2}	z_{F_1}	z_{F_2}
i.	-1.179	1.181	-1.206	1.337
y.	-1.128	0.579	-1.125	0.655
u.	-0.882	-1.151	-0.923	-1.501
ɪ	-0.665	1.272	-0.312	1.109
ɣ	-0.461	0.138	-0.083	0.144
ɔ	0.039	-1.230	0.261	-1.163
ɛ	0.363	0.688	1.585	0.181
a:	1.946	-0.198	1.662	-0.340
ɑ	1.445	-0.793	1.396	-0.749

De plots van de klinkers na de aritmetische normalisatie zijn te vinden in figuur 3 (het ASN) en figuur 4 (het VSN).

Figuur 3: Plot van de formantgegevens in z-scores van de negen niet-verglijdende klinkers van de spreeksters van het algemeen Standaardnederlands (ASN)



Figuur 4: Plot van de formantgegevens in z-scores van de negen niet-verglijdende klinkers van de spreeksters van het Valkenburgs Standaardnederlands (VSN)



Het meest opvallende kenmerk van figuur 3 en figuur 4 is de scherpere scheiding tussen de klinkers en de reductie in spreiding binnen de klinkers. De toegepaste normalisatie leidt blijkbaar tot een veel betere afbakening van de klinkers. Dat betekent natuurlijk niet dat we daarmee ook meteen kunnen vaststellen waar de verschillen liggen tussen het ASN en het VSN. Daarvoor zullen we de hulp van de statistiek moeten inroepen. De resultaten staan in tabel 3.

Tabel 3: Resultaten van de statistische analyse (ANOVA's) voor de toetsing van het verschil tussen ASN en VSN; - = niet significant; * = significant ($p < .05$)

niet-verglijdende klinkers	F ₁	F ₂	z_F ₁	z_F ₂
i.	-	*	-	-
y.	-	*	-	-
u.	-	-	-	-
ɪ	*	-	*	*
ʏ	*	-	*	-
ɔ	*	-	*	-
ɛ	*	*	*	*
a:	-	*	*	*
ɑ	-	-	-	-
verglijdende klinkers				
e:	-	-	nvt	nvt
ø:	-	*	nvt	nvt
o:	*	*	nvt	nvt

De statistische uitkomsten in tabel 3 maken duidelijk dat er nogal wat verschillen zijn tussen de twee onderzochte variëteiten. Voor de ruwe F₁ en F₂ scores zijn er maar drie vocalen waar geen significant verschil gemeld wordt. Dat aantal is hoger bij de z-scores. Dat is opvallend te noemen, want de variantiereductie die het gevolg is van de normalisatie lijkt alleen maar tot meer significante resultaten te kunnen leiden. Er is echter ook een ander effect en dat is dat de klinkers die op de hoekpunten liggen van de klinkerruimte niet langer meer een significant verschil vertonen. Na de aritmetische normalisatie is er geen verschil meer tussen de beide variëteiten voor de /i./, /u./, en /a/. Dat houdt in dat beide variëteiten dezelfde klinkerruimte bestrijken.

Hoe verhouden zich de uitkomsten tot de oordelen van de expert-luisteraars? De ruwe formantscores laten zien dat er een algemeen en sterk verschil is tussen de verglijdende klanken van het ASN en het VSN. Naar de mate

van diftongering is hier verder niet gekeken, maar de lange middenklinkers beginnen geslotener en dat geldt ook voor de ‘echte’ diftongen. De duidelijkste verschillen in de niet-verglijdende klinkers manifesteren zich in de korte klinkers in het middengebied. De / ϵ /, / \imath /, alsook, maar in geringere mate, de / γ / worden in het vsn opener uitgesproken, maar dat geldt ook voor de / ɔ /. Het laatste aspect werd niet door de expert-luisteraars gemeld.

Een opmerkelijke uitkomst is dat de spreiding over de klinkerruimte er anders uitziet dan fonologen aangeven. Een voorbeeld is Gussenhoven (1999) die een overzicht van het Nederlands geeft in het IPA-handboek. Ook bij hem verkeren de / ϵ / en / ɔ / op gelijke hoogte en tekent het Nederlands zich af als een systeem met vier openingsgraden voor de niet-verglijdende klinkers ((1) /i./ /y./ /u./, (2) / \imath / / γ /, (3) / ϵ / / ɔ /, (4) /a./ / α /). Dat beeld komt minder duidelijk naar voren in de klinkerruimtes die in de akoestische metingen voor het Nederlands gevonden worden, zoals ook geldt voor de Standaardnederlandse klinkerruimte in deze bijdrage. Een mooi resultaat vinden we voor de Valkenburgse klinkerruimte. Vooral bij de z-scores tekent zich een systeem af met drie openingsgraden voor de niet-verglijdende klinkers, nl.: (1) /i./ /y./ /u./, (2) / \imath / / γ / / ɔ /, (3) / ϵ / /a./ / α /. Het Valkenburgs lijkt zich met een dergelijk patroon in het gezelschap te bevinden van bijvoorbeeld het Boven-nederlands (zie Stroop 1998). Over dergelijke vergelijkingen moeten we maar zwijgen, tot verder onderzocht is hoe akoestische klinkermetingen zich kunnen verhouden tot ‘articulatorische’ en ‘fonologische’ klinkerruimtes.

5. Conclusie en discussie

Deze verkennende studie laat zien dat akoestische analyses van klinkers de verschillen tussen variëteiten van het Standaardnederlands trefzeker aan het licht kunnen brengen. Zolang het gaat om een vergelijking van redelijk omvangrijke groepen sprekers menen wij dat een ‘ruwe’ akoestische analyse kan volstaan om de verschillen aan te tonen. Een goed voorbeeld uit het verleden is het eerder genoemde onderzoek van Pols (1977), hoe onduidelijk ook de sprekerselectie tot stand is gekomen. Wanneer de verschillen geduid en verklaard moeten worden en in geval van een kleinere groep sprekers, kan niet zonder meer worden geëxtrapoleerd van akoestiek naar fonetische perceptie. Het is noodzakelijk om te zoeken met welke transformatie(s) en normalisatie(s) geabstraheerd kan worden van de linguïstisch irrelevante anatomisch-fysiologisch eigenschappen in het akoestisch klinkersignaal. Hieraan zal in ons onderzoek in de komende periode ruim aandacht besteed worden.

Een andere belangrijke conclusie is dat er een overtuigende samenhang bestond tussen de oordelen van de expert-luisteraars over de verschillen tussen VSN en ASN en de gemeten akoestische correlaten (zie Adank et al. 1999). Dat pleit voor de bruikbaarheid van akoestische metingen. Het taalvariatie-onderzoek zal zich in de naaste toekomst niet meer uitsluitend kunnen baseren op impressionistisch-fonetische transcriptie en codering. Het tijdperk van akoestische metingen is definitief aangebroken en meer en meer zullen dergelijke metingen een rol gaan spelen in het empirische onderzoek. Dat zal Jo Daan ongetwijfeld aanspreken. Zij heeft altijd voorop gelopen bij vernieuwingen, inclusief methodologische en instrumentele vernieuwingen.

Overigens betekent dat niet dat het menselijk oor zijn functie heeft verloren. Integendeel, want er is een afstemming nodig tussen wat akoestische metingen kunnen en doen en wat het menselijk oor kan en doet. Maar gegeven de gewenste wisselwerking tussen oor en machine zullen de akoestische metingen uitgroeien tot een instrument dat het variatie-onderzoek naar nieuwe wegen zal leiden.

Bibliografie

- ADANK, P.
1999 "Acoustic vowel normalisation. Dealing with different sources of variation." In: W. Bergsma, M.J. Palmen en M. Wester (199), *Proceedings of the CLS opening. Academic year 1999/2000*, Tilburg, p. 55-77.
- ADANK, P., V.J. VAN HEUVEN EN R. VAN HOUT
1999 "Uitspraak van de Nederlandse klinkers in Noordelijk Standaardnederlands en in Limburg; een akoestische en perceptieve studie". In: E. Huls en B. Weltens (red.), *Artikelen van de derde sociolinguïstische conferentie*, Delft, Eburon, p. 15-26.
- CARLSON, R., G. FANT EN B. GRANSTRÖM
1975 "Two-formant models, pitch and vowel perception". In: G. Fant en M. Tatham (eds.), *Two-formant models, pitch and vowel perception*, London, Academic Press, p. 55-82.
- DAAN, J. EN A. WEIJNEN
1967 *Taalsociologie*. BMDC XXII. Amsterdam.
- GUSSENHOVEN, C.
1999 "Dutch". In: *Handbook of the International Phonetic Association. A guide to the use of the International Phonetic Alphabet*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 74-77.
- HINDLE, D.
1978 "Approaches of vowel normalisation in the study of natural speech." In: D. Sankoff (ed.), *Language variation: models and methods*, New York, Academic Press, p. 161-172.
- HOUT, R. VAN, G. DE SCHUTTER, E. DE CROM, W. HUINCK, H. KLOOTS EN H. VAN DE VELDE
1999 "De uitspraak van het Standaard-Nederlands. Variatie en varianten in Vlaanderen en Nederland". In: E. Huls en B. Weltens (red.), *Artikelen van de derde sociolinguïstische conferentie*, Delft, Eburon, p. 183-196.
- LABOV, W.
1994 *Principles of linguistic change. Internal factors*. Oxford, Blackwell.
- KOOPMANS-VAN BEINUM, F.J.
1973 "Comparative phonetic vowel analysis". *Journal of Phonetics* 1, 249-261.
- NEARY, T.
1977 *Phonetic feature system for vowels*. Dissertatie, University of Connecticut.
- POLS, L.
1977 *Spectral analysis and identification of Dutch vowels in monosyllabic words*. Dissertatie VU, Amsterdam.
- RIE, J. VAN, R. VAN BEZOOIJEN & W.H. VIIEGEGE
1995 "Het Standaard Nederlands: een verkennend empirisch onderzoek." In: E. Huls & J. Klatter-Former (red.), *Artikelen van de tweede sociolinguïstische conferentie*, Delft, Eburon, p. 491-505.
- RIETVELD, A.C.M. EN V.J. VAN HEUVEN
1997 *Algemene fonetiek*, Bussum.
- SCHOUTEN, B., R. CRIELAARD EN M. VAN DIJK
1998 "De open klinkers in het Utrechts en het Amsterdams." *Taal en Tongval* 50, 101-115.
- STROOP, J.
1998 *Poldernederlands. Waardoor het ABN verdwijnt*. Amsterdam, Bakker.