

# **De dag van de *Fonetiek* 2004**

**Over onderzoek naar  
spraak en spraaktechnologie**

(<http://www.fon.hum.uva.nl/FonetischeVereniging/>)

Donderdag 23 december 2004 in de Sweelinckzaal, Drift 21 te Utrecht

Georganiseerd door de *Nederlandse Vereniging voor Fonetische Wetenschappen*

;deelname gratis!



**Nederlandse  
Vereniging  
Voor  
Fonetische  
Wetenschappen**

# WORD LID VAN DE VERENIGING VOOR FONETISCHE WETENSCHAPPEN

Vul het formulier in en stuur het naar het onderstaande adres of email de gegevens naar [Mirjam.Ernestus@mpi.nl](mailto:Mirjam.Ernestus@mpi.nl).

achternaam: .....  
voorletter(s) evt. titel: .....  
afdeling/vakgroep: .....  
postadres .....  
werk- of priveadres: .....  
postcode en plaats: .....  
emailadres: .....  
-----

De contributie is 7 Euro / jaar

## Aanmelding als lid bij:

Mirjam Ernestus  
Max Planck Institute for Psycholinguistics  
Postbus 310  
6500 AH Nijmegen  
tel: +31-24-3612970  
email: [Mirjam.Ernestus@mpi.nl](mailto:Mirjam.Ernestus@mpi.nl)

## Voor meer informatie over de Vereniging voor Fonetische Wetenschappen:

Rob van Son  
Leerstoelgroep Fonetische Wetenschappen  
Universiteit van Amsterdam  
Herengracht 338  
1016 CG Amsterdam  
Tel.: 020-5252195/020-5252183  
Fax: 020-5252197  
Email: [R.J.J.H.vanSon@uva.nl](mailto:R.J.J.H.vanSon@uva.nl)  
URL: <http://www.fon.hum.uva.nl/FonetischeVereniging/>

## 16.30 Evaluatie van spraakgestuurde informatiesystemen

*Paula Smeele*  
*TNO Technische Menskunde*

Huidige methoden voor het evalueren van dialoogsystemen geven inzicht in de prestatie ("performance") van een systeem ofwel in termen van systeem-eigenschappen of in termen van kwaliteitsbeleving van de gebruiker (o.a. "user satisfaction"), maar niet beide. Eén van de weinige methoden die zowel objectieve als subjectieve gegevens in beschouwing neemt is de methode gebaseerd op het PARADISE-model (Walker et al., 1997). Door subjectieve oordelen van gebruikers (d.m.v. questionnaire) te relateren aan objectieve systeem- en interactieparameters (geëxtraheerd uit de gelogde dialogen, o.a. taaksucces, dialoogduur, % correcte woordherkenning) kan een kwantitatieve beschrijving van een dialoogsysteem verkregen worden. Op deze wijze krijgt men inzicht in de systeem- en interactieparameters die het meeste bijdragen aan de gebruikersbeleving. Deze informatie biedt ontwikkelaars en aanbieders direct praktische aanwijzingen hoe ze hun spraakgestuurde diensten kunnen verbeteren. Tijdens de presentatie zal het PARADISE-model aan de hand van een voorbeeld besproken worden. Wanneer de tijd het toelaat, wordt een nieuwe taxonomie gepresenteerd die meer duidelijkheid verschaft in de relaties tussen de verschillende kwaliteitsmaten (o.a. "user satisfaction", "usability", "acceptability") die in de literatuur gehanteerd worden.

## 15.50 Objectivering van spraakdiagnostiek

*Lian Nijland, Ben Maassen, Wendy Huinck  
Radboud Universiteit Nijmegen*

Binnen de fonetiek is het onderzoek naar pathologische spraak maar matig vertegenwoordigd. Dit wordt al snel gezien als iets waar logopedisten zich mee bezighouden. Metingen lijken beperkt te blijven tot fonetische transcripties, maar de kwaliteit en de betrouwbaarheid hiervan laat vaak nog veel te wensen over, juist bij pathologische spraak. Binnen het UMC St Radboud wordt al jaren onderzoek gedaan naar verstoorde spraak bij zowel volwassenen als kinderen, waarbij een breed scala aan registratie- en analysemethoden wordt gebruikt om de spraakprocessen in kaart te brengen. In deze bijdrage willen we naar aanleiding van onderzoek laten zien dat het mogelijk is verschillende niveaus binnen het spraakproductieproces te onderzoeken. Onderzoek met behulp van fonetische transcripties heeft een aantal kwantitatieve maten opgeleverd, die inzicht geven in de ernst van fonologische plannings- en motorische programmeringsmoeilijkheden. Akoestische en fysiologische metingen (o.a. articulatiebewegingen, EMG, electroglottografie, ademhalingsbewegingen, spraakreactietijden) geven niet alleen inzicht in globale parameters als spreek snelheid, maar ook in specifieke kwalitatieve aspecten zoals spectrale eigenschappen van klinkers, coarticulatie, de coördinatie van klanken en van spraakbewegingen. Daarmee wordt de bijdrage van perceptuo-motorische processen duidelijk.

## 16.10 De S-factor van de TST-centrale

*Simo Goddijn  
TST-centrale, INL Leiden*

Wat moeten de foneticus en de spraaktechnoloog met een centrale voor taal- en spraaktechnologie? Het antwoord is eenvoudig: er zo snel mogelijk de weg leren kennen naar spraakgerelateerde producten. De digitale weg wel te verstaan, via [www.tst.inl.nl](http://www.tst.inl.nl). Op dit moment beheert de TST-centrale het Neologismenbestand van het Algemeen Nederlands Woordenboek (ANW), het Corpus Gesproken Nederlands (CGN), verschillende monolinguale en bilinguale bestanden die gemaakt zijn om vertalingen te faciliteren, NL-Translex (een systeem voor automatisch vertalen), de Woordenlijst Nederlandse taal, de INL-corpora en Parole, alsmede een aantal tools. Het CGN is voor fonetici en spraaktechnologen ongetwijfeld het meest interessant omdat het tot nu toe het enige spraakproduct is. Daarom zal deze voordracht voor een groot deel bestaan uit een demonstratie van hoe door licentiehouders via onze website in het CGN gezocht kan worden. Maar het is de bedoeling dat onze catalogus voortdurend wordt uitgebreid met kwalitatief hoogstaande producten, waaronder ook spraaktools (b.v. spraakherkenners), nieuwe spraakcorpora en aanvullingen op bestaande spraakcorpora.

# Programma

- 9:00 Ontvangst met koffie  
9:15 Welkom  
9:20-10:30 Ochtendsessie I  
**9.20 Fonatie**  
*Luc van Baaren*  
**9.40 Articulatorische vrijheidsgraden**  
*Marc Dupuis*  
**10.00 De r van kinderen in grote steden**  
*Renée van Bezooijen & Griet Coupé*  
**10.20 Morfologische en fonologische factoren in de verwerking van Engelse flecties**  
*Brechtje Post, Billi Randall, Lorraine K. Tyler and William Marslen-Wilson*  
10:40 Koffiepaauze  
11:10-12:30 Ochtendsessie II  
**11.10 Over het juist waarneembare verschil in spreektempo**  
*Hugo Quené*  
**11.30 Standaardnederlands op kruissnelheid: Spreeksnelheid in Vlaanderen en Nederland**  
*Hanne Kloots, Jo Verhoeven & Guy De Pauw*  
**11.50 De perceptieve ontwikkeling van een Fins duurcontrast bij volwassen Nederlanders**  
*Willemijn Heeren*  
**12.10 Automatische detectie van uitspraakfouten: een akoestisch-fonetische aanpak**  
*Khiet Truong, Helmer Strik, Catia Cucchiaroni & Ambra Neri*  
12:30 Lunch  
14:00-15:20 Middagsessie I  
**14.00 Luisteraars horen /t/'s die sprekers reduceren: Waarneming en productie van /t/ op het woordendeinde**  
*Holger Mitterer & Mirjam Ernestus*  
**14.20 Compensatie voor [t]-deletie in gesproken woordherkenning**  
*Esther Janse*  
**14.40 Woordfrequentie en de reductie van affixen**  
*Mark Pluymackers, Mirjam Ernestus & Harald Baayen*  
**15.00 Corpusgebaseerde analyse van graden van reductie van het suffix -lijk**  
*Karen Keune, Mirjam Ernestus, Roeland van Hout en Harald Baayen*  
15:20 Thee  
15:50-16:50 Middagsessie II  
**15.50 Objectivering van spraakdiagnostiek**  
*Lian Nijland, Ben Maassen & Wendy Huinck*  
**16.10 De S-factor van de TST-centrale**  
*Simo Goddijn*  
**16.30 Evaluatie van spraakgestuurde informatiesystemen**  
*Paula Sneele*  
16:50 Afsluiting

## 9.20 Fonatie

Luc van Buuren

*Linguavox.nl (voorheen Vakgroep Engels, UvA)*

Eerstens mijn huidige samenvatting/theorie (cf. Buuren 1983) van alle mogelijke strottenhoofd-vocalisaties (fonatie), aldus: A CONFIGURATIE, A1:REGISTER: borst...kop/mengstem. A2:KNIPPIING: nul...sterk (~B2). A3:SMORING: nul...sterk. A4:CONSTRICTIE: nul...sterk. A5:VENTRICULARITEIT: stem en/of schraping. A6:LARYNXSTAND: hoog...laag. A7:ADEMING: helder...ademig...fluisterig (~B3). A8:HINNIKSTEM. B GEBAAR. B1:GLOTTISLAG. B2:TRILLING: stem/kraakstem/kraak (~A2). B3:FRICTIE: nul (adem-, `breathed')...fluister (~A7). C - COMBINATIES van B2 en B3 alsmede van A1-A8. Tweedens wou ik e.e.a demonstreren (lijfelijk uiteraard, alsook middels audio/video), i.h.b. A1:Mengstem (Ray Charles, Jesse Jackson, e.a.), A8:Hinnikstem (Bhimsen Joshi, Nigel Rogers...), A5+B2:Dubbelstem (Adelaide Hall, Louis Armstrong...).

Ref. L. van Buuren (1983). Observations on Phonation. JIPA

## 9.40 Articulatorische vrijheidsgraden

Marc Dupuis

*Universiteit Leiden*

In het vreemde-talenonderwijs wordt niet of nauwelijks aandacht besteed aan de fonologische systemen die de verschillende talen kenmerken. Om een betere uitspraak van een vreemde taal aan te kunnen leren is enige kennis van de fonologie dringend gewenst. Wie een vreemde taal leert en zich eenmaal realiseert welke klankonderscheidingen en -regels de vreemde taal en de eigen moedertaal van elkaar onderscheiden, zou in staat moeten zijn om deze kennis te verzilveren ten faveure van een correctere uitspraak van de vreemde taal. In mijn presentatie zal ik voorbeelden geven van klankonderscheidingen en regels in verschillende Europese talen en pleiten voor de wenselijkheid van het onderscheiden van uitspraakfouten (op basis van fonologische kenmerken, die de vrijheidsgraden van de articulatie bepalen) enerzijds en uitspraakkeigenaardigheden (die binnen de fonetische tolerantiezone vallen) anderzijds.

## 14.40 Woordfrequentie en de reductie van affixen

Mark Pluymackers, Mirjam Ernestus & Harald Baayen

*Radboud Universiteit Nijmegen en Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek*

In dit onderzoek hebben we gekeken naar de relatie tussen woordfrequentie en de duur van de affixen ge-, ver-, ont- en -lijk in het gesproken Nederlands. Uit het subcorpus 'Spontane spraak' van het CGN hebben we voor ieder woordtype met een van deze affixen willekeurig één token geselecteerd en gesegmenteerd. Uit de analyses blijkt dat bij ge-, ont-, en -lijk een hogere frequentie leidt tot kortere realisaties van het affix en/of de individuele segmenten daarin. Verder spelen spreek snelheid, de leeftijd van de spreker en het aantal consonanten in de onsets van de stam een rol. Voor ver- zijn er geen frequentie-effecten, maar wel een effect van de ratio tussen de frequentie van het hele woord en de frequentie van de stam. Deze resultaten ondersteunen theorieën die een verband leggen tussen reductie en probabilistische variabelen zoals frequentie. Daarnaast stellen ze vraagtekens bij modellen van spraakproductie die de syllabe als eenheid van articulatie beschouwen.

## 15.00 Corpusgebaseerde analyse van graden van reductie van het suffix -lijk

Karen Keune, Mirjam Ernestus, Roeland van Hout en Harald Baayen

*Radboud Universiteit Nijmegen en Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek*

In spontane spraak komen woorden eindigend op het suffix -lijk vaak in gereduceerde vorm voor (Ernestus, 2000). Zo kan het woord "mogelijk" worden uitgesproken als "mox@k" of "mok". Uit de spontane spraak van het CGN hebben we 14 woorden die eindigen op -lijk geselecteerd. Twee transcribeurs hebben de mate van reductie geëvalueerd van 946 tokens van deze woorden, geselecteerd om de effecten van Land, Sexe en Opleidingsniveau op reductie te onderzoeken (2x2x2 design). Uit de resultaten blijkt dat Vlamingen over het algemeen minder reduceren dan Nederlanders, dat mannen meer reduceren dan vrouwen en dat in Vlaanderen hoog opgeleiden het minst reduceren. Wanneer de voorspelbaarheid van het target op basis van het voorafgaande woord in de zin hoog is of het target op niet-finale positie in de zin staat wordt het meer gereduceerd. Bij drie van de 14 targetwoorden kwam reductie van de klinker in de woordinitieële lettergreep voor. Nederlanders blijken hier meer te reduceren dan Vlamingen.

## 14.00 Luisteraars horen /t/ 's die sprekers reduceren: Waarneming en productie van /t/ op het woordende

Holger Mitterer & Mirjam Ernestus,  
Max-Planck-Instituut für Psycholinguistik

Een /t/ op het woordende wordt in continue spraak vaak niet of alleen gereduceerd uitgesproken. We hebben twee corpus studies uitgevoerd, die lieten zien dat /t/ het vaakst na /s/ en voor bilabiale medeklinkers gereduceerd wordt. Daarbij ontstaan verschillende "allofonen", die meer of minder evidentie voor de onderliggende /t/ bevatten. Het verschil tussen minimale paren als /kas/ en /kast/ komt hierdoor in het geding. Een potentiële cue voor het verschil tussen een /s/ en een /st/ coda is echter ook de duur van de /s/, die langer is in simpele codas.

Drie perceptie-experimenten lieten zien dat luisteraars van zowel de fonologische als ook lexicale constraints gebruik maken om te beslissen of een woord een onderliggende /t/ in de coda heeft. Ten eerste geven luisteraars vaker aan een /t/ achter /s/ dan achter /n/ te horen. Dit effect verdwijnt echter als de /n/ of /s/ lang is, wat een cue voor een simpele coda zonder /t/ is. Ten tweede zijn luisteraars ook eerder geneigd om een /t/ te horen als dit leidt tot een bestaand woord, zoals in orkes[t], in tegenstelling tot moeras[t]. Al in al blijkt dat luisteraars zowel fonologische als lexicale constraints toepassen om voor /t/-reductie te compenseren.

## 14.20 Compensatie voor [t]-deletie in gesproken woordherkenning

Esther Janse  
UitL OTS, Universiteit Utrecht

In deze studie werd onderzocht hoe luisteraars omgaan met het wegvallen van een woordfinale [t] in fonetische contexten waarin [t]-deletie optreedt. Uit een zoektocht door het Corpus Gesproken Nederlands blijkt dat woordfinale [t] vooral vaak wegvalt tussen [s] en [b], zoals bijvoorbeeld in 'fees[t] bezorgen'. Om een gereduceerde vorm toch te herkennen als het woord 'feest' is compensatie voor [t]-deletie nodig. Twee woordherkenningsexperimenten werden uitgevoerd om te onderzoeken of deze compensatie het woordherkenningsproces vertraagt en in hoeverre compensatie ook optreedt als het woord ook een lexicale tegenhanger heeft zonder [t], zoals bijvoorbeeld 'kast/kas'. De resultaten laten zien dat compensatie inderdaad tijd kost: luisteraars zijn sneller in het herkennen van meer complete vormen dan gereduceerde vormen. Dit komt overeen met 'gradient mapping' theorieën voor woordherkenning. Ten tweede blijkt dat compensatie voor [t]-deletie inderdaad verminderd wordt als er een lexicale tegenhanger zonder [t] bestaat.

## 10.00 De r van kinderen in grote steden

Renée van Bezooijen & Griet Coupé  
Taalwetenschap, Radboud Universiteit Nijmegen

Vanouds kende het Nederlands vooral de al dan niet getilde tongpunt-r, wat leidde tot een redelijk homogene situatie. Rond 1900 kwam de getilde of geschraapte huig-r op, in het zuiden in aaneengesloten gebieden en elders vooral in de grote steden. De Hollandse steden speelden hierbij een belangrijke rol. Nu is er een tweede krachtige expansie aan de gang, dit keer van de approximantische r (vaak de Gooise r genoemd). Nog sterker dan eerst lijken het de Hollandse steden te zijn die de taalverandering trekken. Althans, dat is de conclusie die we uit een eerder onderzoek in Haarlem en Nijmegen hebben getrokken. Ondertussen zijn er gegevens verzameld voor acht andere grote steden, verspreid over Nederland. In mijn lezing zal ik mij richten op de actuele toestand rondom de uitspraak van de r door kinderen in grote steden. De volgende vragen staan hierbij centraal:

- (1) Waar treft men homogeniteit aan, met welke r?
- (2) Waar treft men variatie aan, met welke r-en?
- (3) Hoe kunnen de verschillen worden verklaard?

## 10.20 Morfologische en fonologische factoren in de verwerking van Engelse flecties

Brechtje Post<sup>\*,†</sup>, Billi Randall<sup>\*</sup>, Lorraine K. Tyler<sup>\*</sup> en William Marslen-Wilson<sup>§</sup>  
<sup>\*</sup>Centre for Speech and Language, University of Cambridge  
<sup>†</sup>Research Centre for English and Applied Linguistics, University of Cambridge  
<sup>§</sup>MRC Cognition and Brain Sciences Unit, Cambridge

Eerder psycholinguïstisch onderzoek geeft aan dat er bij de analyse van Engelse onregelmatige (caught) en regelmatige (filed) vormen van de verleden tijd verschillende processen betrokken zijn. Om precies te zijn worden bij het begrijpen en produceren van regelmatige vormen processen gebruikt waarbij morfo-fonologische samenvoeging en ontleding plaatsvinden, waardoor deze vormen geanalyseerd worden als een stam plus affix (bv. {file} + {-ed}). Zulke processen worden niet toegepast in de analyse van onregelmatige vormen, die niet duidelijk een structuur met stam en affix hebben, en daarmee als volledige vorm geanalyseerd moeten worden.

Morfologische complexiteit wordt echter fonologisch geëncodeerd. Is het soms mogelijk dat zuiver fonologische factoren de meer complexe verwerking van de regelmatige verleden tijd bepalen, in plaats van de morfo-fonologische structuur op zich?

We onderzochten de onafhankelijke bijdrage van een aantal fonologische, morfologische en morfo-fonologische factoren in de verwerking van flecties in een perceptie-experiment waarbij proefpersonen beoordeelden of twee stimuli hetzelfde of verschillend klonken. Reactietijden bleken langzamer te zijn voor items die het kenmerkende patroon van regelmatige verleden tijdsvormen volgden – waarbij de laatste medeklinker coronaal is en in stemhebbendheid met het voorafgaande foneem overeenkomt – ongeacht of de items echte vervoevingen waren (bv. filed), of pseudo-vervoegde echte woorden of non-woorden (bv. mild en niled). Op vorm gemachte items zonder vervoegingspatroon, zoals start of clamp, niet als morfologisch complexe vormen geïnterpreteerd kunnen worden, hadden snellere reactietijden. Wij interpreteren dit als evidentie voor een fundamenteel morfo-fonologisch parsingsproces dat wordt toegepast op alle items die de cruciale fonologische kenmerken hebben.

Tyler, L.K., Randall, B. en Marslen-Wilson, W.D. (2002). Phonology and neuropsychology of the English past tense. *Neuropsychologia* 40, 1154-1166.

### 11.10 Over het juist waarneembare verschil in spreektempo

*Hugo Quené  
UiL OTS, Universiteit Utrecht*

Spreektempo varieert zowel tussen als binnen sprekers; deze tempoverschillen zijn communicatief van belang. Maar welke verschillen zijn hoorbaar, en welke niet? Ik zal enkele luister-experimenten bespreken, die suggereren dat het juist waarneembaar verschil zo'n 5% bedraagt. De timing van spraak is meer variabel dan die van muziek, maar desondanks is het juist waarneembaar verschil in tempo ongeveer gelijk voor muziek en voor spraak.

### 11.30 Standaardnederlands op kruissnelheid: Spreeksnelheid in Vlaanderen en Nederland

*Hanne Kloots, Jo Verhoeven & Guy De Pauw  
Universiteit Antwerpen - CNTS*

In het kader van een onderzoek naar uitspraakvariatie in het Standaardnederlands werd spontane spraak verzameld van 80 Vlaamse en 80 Nederlandse leraren Nederlands (160 x 15 min.). Die spraak vormde de basis voor een onderzoek naar spreek- en articulatiesnelheid (SS resp. AS, beide uitgedrukt in aantal syllaben per seconde). De informanten zijn afkomstig uit verschillende regio's in Vlaanderen en Nederland. De helft van de sprekers was jonger dan 40, de andere helft ouder dan 45. Er namen even veel mannen deel als vrouwen. Om na te gaan of het tempo tijdens de opnamen constant bleef, werd elke opname opgesplitst in 10 segmenten van gelijke duur. De spreek- en articulatiesnelheid bleek uiteindelijk niet te fluctueren tijdens de opnamen. We konden dus de resultaten van de 10 segmenten samennemen. De Nederlandse leraren bleken beduidend sneller te spreken dan hun Vlaamse collega's (AS: 5,05 vs. 4,23 syll/sec, SS: 4,23 vs. 4,00 syll/sec). Verder bleek nog dat de mannen uit de steekproef sneller spraken dan de vrouwen (AS: 4,79 vs. 4,50 syll/sec, SS: 4,23 vs. 4,01 syll/sec), en dat het tempo van de jongeren wat hoger lag dan dat van de ouderen (AS: 4,78 vs. 4,52 syll/sec, SS: 4,23 vs. 4,01 syll/sec).

### 11.50 De perceptieve ontwikkeling van een Fins duurcontrast bij volwassen Nederlanders

*Willemijn Heeren  
UiL OTS, Universiteit Utrecht*

Mijn promotieonderzoek richt zich op de vraag hoe de perceptie van een nieuw fonemcontrast zich ontwikkelt bij verschillende leeftijdsgroepen. We gaan hierbij uit van twee hypothesen. Hypothese I, Acquired Distinctiveness, stelt dat luisteraars verschillen binnen of tussen nieuwe categorieën aanvankelijk slecht horen. Door training leert de luisteraar de verschillen tussen klanken die verschillend worden gecategoriseerd. Hypothese II, Acquired Similarity, stelt dat de luisteraar verschillen binnen en tussen categorieën aanvankelijk goed kan onderscheiden. Door training blijft enkel het verschil tussen klanken die verschillend worden gecategoriseerd overeind.

Ik zal in deze presentatie de voorlopige resultaten van een trainingsstudie naar de perceptieve ontwikkeling van een Fins duurcontrast, /t-t:/, bij volwassen Nederlanders bespreken. In een pretest-posttest design wordt de fonemontwikkeling als gevolg van training bekeken. De verwachting is dat de Nederlanders beter worden in het horen van verschillen tussen categorieën, ofwel dat ze leren volgens Acquired Distinctiveness.

### 12.10 Automatische detectie van uitspraakfouten: een akoestisch-fonetische aanpak

*Khiet Truong, Helmer Strik, Catia Cucchiaroni & Ambra Neri  
Radboud Universiteit Nijmegen, afdeling Taal en Spraak*

Om feedback te kunnen geven op de uitspraak van een buitenlander die een vreemde taal leert in een Computer-Aided Language Learning (CALL) omgeving zullen uitspraakfouten automatisch gedetecteerd moeten worden. Een veel gebruikte detectietechniek is die van de "confidence measures"; deze maten worden automatisch berekend met behulp van een automatische spraakherkenner. Een van de grootste nadelen van deze techniek is dat de detectie nauwkeurigheid te laag is. Dat kan te maken hebben met het feit dat "confidence measures" voor alle klanken op dezelfde manier berekend worden; er wordt dus niet gefocust op specifieke eigenschappen van individuele uitspraakfouten.

Wij presenteren een akoestisch-fonetische aanpak waarin we wel specifieke (namelijk akoestisch-fonetische) features gebruiken om uitspraakfouten te detecteren. We zullen ons concentreren op een frequente uitspraakfout in het Nederlands: de niet-stemhebbende velaire fricatief /x/ die foutief wordt uitgesproken als een niet-stemhebbende velaire plosief /k/. Onze experimenten laten zien dat deze akoestisch-fonetische aanpak uitspraakfouten van /x/ kan detecteren met een nauwkeurigheid die hoger is dan die van de "confidence measures".