

# AI sprekende leert men

INAUGURELE REDE DOOR PROF. DR. JAMES M. MCQUEEN



Radboud Universiteit Nijmegen



## INAUGURELE REDE

PROF. DR. JAMES M. MCQUEEN



James McQueen richt zich in deze rede op zijn onderzoek in de laatste twintig jaar naar het begrijpen van spraak. Hij bespreekt luisteronderzoeken die aantonen hoe luisteraars gesproken woorden segmenteren uit de continue spraak en hoe luisteraars spraakklanken herkennen. Hij gaat dieper in op de psychologische

mechanismen van de verschillende onderdelen van de mentale processen die te maken hebben met het begrijpen van spraak. Zijn primaire argument is dat de luisteraar een leervermogen moet hebben. Er is een grote variabiliteit in de akoestische realisatie van spraak. Om daarmee om te kunnen gaan, moeten we de manier waarop we spraak interpreteren kunnen afstemmen, bijvoorbeeld op spreker- of accentverschillen. McQueen zal laten zien dat we inderdaad dit leervermogen hebben (in andere woorden, 'al sprekende leert men').

James McQueen (Dumfries, Schotland, 1965) studeerde Experimentele psychologie aan de University of Oxford. Hij promoveerde in 1992 aan de University of Cambridge op onderzoek naar spraakperceptie. Sinds 1993 is hij als wetenschapper verbonden aan het Max Planck Institute for Psycholinguistics in Nijmegen. McQueen is per 1 januari 2009 benoemd tot hoogleraar Leren en plasticiteit aan de Radboud Universiteit Nijmegen. McQueen voert zijn onderzoek uit binnen het Behavioural Science Institute en het Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour (Centre for Cognition).

AL SPREKENDE LEERT MEN

## **AI sprekende leert men**

*Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar Leren en plasticiteit aan de Faculteit der Sociale Wetenschappen van de Radboud Universiteit Nijmegen op donderdag 1 oktober 2009*

**door prof. dr. James M. McQueen**

Vormgeving en opmaak: Nies en Partners bno, Nijmegen  
 Fotografie omslag: Gerard Verschooten  
 Drukwerk: Drukkerij Roos en Roos, Arnhem

ISBN 978-90-9024808-0

© Prof. dr. James M. McQueen, Nijmegen, 2009

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt middels druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder.

*Mijnheer de rector magnificus, zeer geachte toehoorders,*

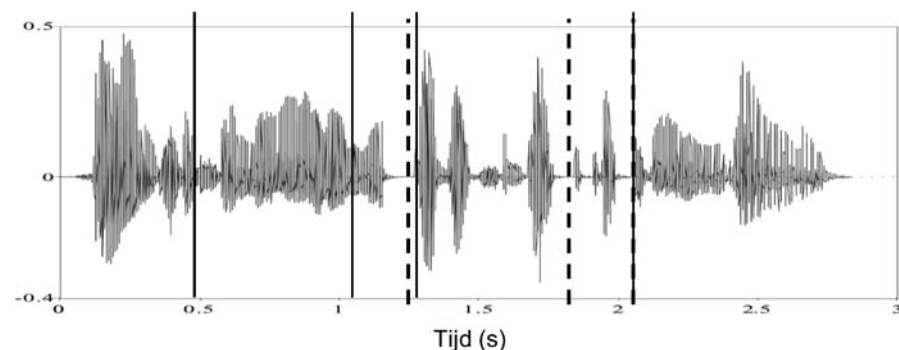
Inauguraties zijn feestelijke gebeurtenissen. Ik hoop dat de mijne geen uitzondering is. Daarom geef ik u nu allemaal een verrassingsdiner. Het worden zes gangen van lekker dingetjes: iets van de zee (geplette Sint Jakobsschelpen met augurken, misschien?), iets van het land (wat denkt u van hazenrugfilet op pastinaakpuree?), en natuurlijk iets zoets aan het einde (zou u rabarber-citroentaart met frambozensorbet lekker vinden?).

Ik neem aan dat u iets anders had verwacht als opening van deze rede: een leuke anekdote uit de geschiedenis van de taalpsychologie, bijvoorbeeld. Maar ik wilde hiermee illustreren wat ik vanmiddag wil bespreken. U kunt mij verstaan. Ondanks het feit dat ik niet in mijn eerste taal spreek, kunt u mij verstaan. Ondanks het feit dat ik met een zekere spanning en in een grote zaal spreek, kunt u mij volgen. Ondanks het feit dat elke uiting van mij een brij van geplette spraakklanken is, lijkt het makkelijk te gaan. Zelfs als ik onzin lijk uit te spreken over onverwachte rabarberdissen is het nog te doen. Hoe kan dit nou? Ik ben al meer dan twintig jaar bezig met deze vraag, en ik ben nog steeds diep onder de indruk van hoe verbazingwekkend het verstaan is. Ik wil in deze rede graag iets vertellen over mijn onderzoek naar spraakherkenning. Ik hoop dat ik in ieder geval mijn liefde voor dit onderwerp met u kan delen. Ik begin met twee amuses. Eet smakelijk!

#### LES AMUSES

De amuses gaan over ongewone sprak. Mijn normale Nederlands is al geen Standard-nederlands omdat het mijn tweede tal is. Mar normalliter kan ik tenminste soms een lange 'a' uitspreken. Nu even niet. Hoe kan de luisterar zich aanpassen an dit soort rarre tal? Kunt u mij nog volgen? Zo ja, dan heeft u iets merkwardigs gedan. Ineens is de normale gang van zakken in het woordherkenningsproces verstoord door een rarre klinker, en toch kunt u mij verstan. Hoe is dit mogelijk?

For my second appetiser I need to switch to Scottish English. As you can see, what I am currently saying is appearing as subtitles on the screens, much like it would in the cinema. For the vast majority of you who can understand Dutch, I assume that these Dutch subtitles are helping you follow what I'm saying. But are they helping you to tune in to the weird way I'm speaking now, or are they just making life easy for you by telling you what I mean? Now the subtitles have switched to English. Do you think that this change of language makes a difference? I hope you can still understand what I'm saying, given that you all speak English. My question is whether the English subtitles not only help with understanding the message, but also support your perception of the primary medium – my unfamiliar regionally-accented foreign speech.



Figuur 1. Golfpatroon van de gesproken frase *Hollandse garnalen met dubbelgedopte tuinbonen*. Gestippelde lijnen: voor de hand liggende woordgrenzen. Ononderbroken lijnen: echte woordgrenzen.

#### VOORGERECHT

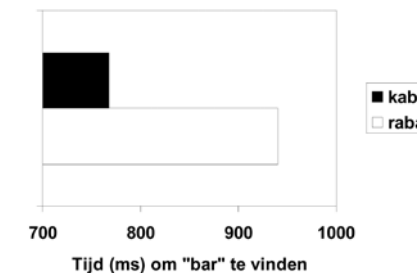
Zover ik weet, heeft David Marr nooit onderzoek gedaan naar het verstaan van continue spraak. Toch heeft zijn analyse van informatieverwerkingsystemen (Marr, 1982) een grote invloed gehad op mijn werk naar gesproken woordherkenning. Zijn advies is om te beginnen op het computationele niveau, met de vraag: 'Welke problemen moet het informatieverwerkingsysteem oplossen?' In woordherkenning zijn er drie problemen die centraal staan. Het *variatieprobleem* heb ik al geïllustreerd: hoe kunnen woorden herkend worden wanneer ze altijd zo anders zijn, op basis van bijvoorbeeld de achtergrond van de spreker, de snelheid van praten, en de context van de uitspraak? Het tweede probleem is het *woordgelijkheidsprobleem*. Woorden lijken veel op elkaar. Ze beginnen zoals andere woorden, ze rijmen op elkaar en ze zitten als spookwoorden in veel woorden verborgen. Het derde probleem is het *segmentatieprobleem*: woorden komen niet als aparte eenheden uw oren binnen. Integendeel, vaak komen ze als een continue stroom van klanken binnen, zonder duidelijke grenzen tussen de woorden. In dit golfpatroon van een gesproken frase (Figuur 1) lijken er misschien vier woorden te zijn, met grenzen op de plekken met gestippelde lijnen. Maar er zijn eigenlijk vijf woorden, met grenzen op meestal onverwachte plekken (de ononderbroken lijnen). Twee van de meest voor de hand liggende grenzen zijn schijn.

De volgende stap, volgens Marr, is om algoritmes te bedenken die deze computationele problemen kunnen oplossen. Wij komen straks terug bij het variatieprobleem. Ik bespreek nu eerst de andere twee problemen. Er is al lang duidelijke evidentie dat een centraal proces in gesproken woordherkenning de relatieve evaluatie van woordhypotheses is. Mijn collega Pienie Zwitserlood heeft meer dan twintig jaar geleden in Nijmegen laten zien dat als een luisteraar bijvoorbeeld *kapit* hoort, zowel *kapitein* en *kapitaal* in beeld komen als mogelijke interpretaties (Zwitserlood, 1989). Samen met

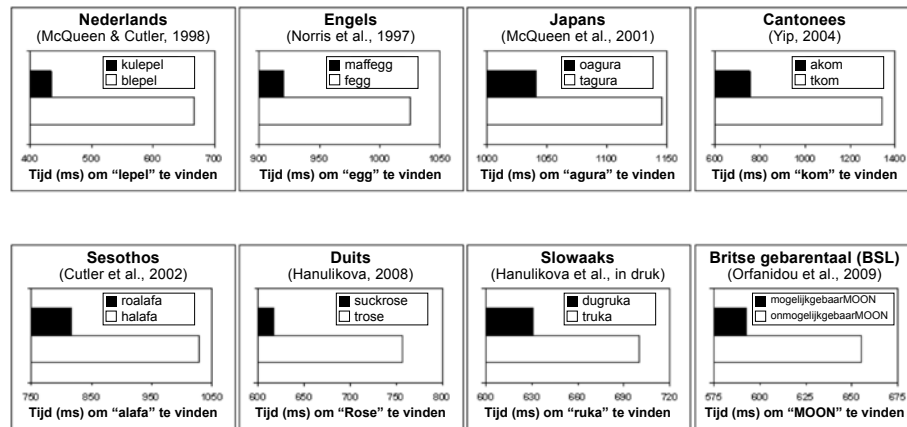
mijn dierbare collega's Anne Cutler en Dennis Norris heb ik niet alleen laten zien dat verschillende woorden tegelijkertijd geëvalueerd worden, maar ook dat ze met elkaar concurreren (McQueen, Norris & Cutler, 1994). Wij hebben de oorspronkelijke experimenten in het Engels gedaan, maar ik geef nu de voorbeelden uit vervolgentoelichtingen in het Nederlands van mijn allereerste PhD-student, Arie van der Lugt. De taak van de luisteraars was om woorden in onzinwoorden te spotten. Zij moesten op een knopje drukken zodra ze een bestaand woord in een onzinwoord ontdekten. Zij moesten dus drukken als ze *kabar* of *rabar* hoorden, omdat ze beide het woord *bar* bevatten. Luisteraars konden *bar* in beide onzinwoorden vinden, maar sneller in *kabar* dan in *rabar* vanwege de sterke competitie met *rabarber* in het tweede geval (Figuur 2; van der Lugt, 1999).

Relatieve evaluatie van woordhypotheses, via dit aangetoonde competitieproces, is een oplossing voor het woordgelijkheidsprobleem. Door competitie kan het woord met de sterkste overeenkomsten met de informatie in het spraaksignaal op de snelste manier gekozen worden. Dit proces is ook een belangrijke oplossing voor het segmentatieprobleem. Woorden die op verschillende momenten in een frase beginnen, worden tegelijkertijd geëvalueerd. Deze lexicaal kandidaten vechten met elkaar en uiteindelijk wint de reeks woorden die het beste met de frase als geheel past. Door dit selectieproces zijn er woordgrenzen gevonden tussen de winnende kandidaten, zonder dat die grenzen in de akoestische input gemarkeerd zijn.

Ons onderzoek heeft een tweede algoritme ontdekt dat helpt om het segmentatieprobleem op te lossen: de Possible Word Constraint (PWC). De PWC heeft twee componenten. Ik heb al verteld dat de grenzen tussen woorden in continue spraak niet duidelijk zijn. Maar dat betekent niet dat er geen grenzen bestaan. Er zitten wel degelijk signalen in de stroom van spraakklanken die duiden op mogelijke woordgrenzen, signalen op basis van bijvoorbeeld het ritme van spraak (Cutler & Norris, 1988), de volgorde van klanken (McQueen, 1998) en intonatie (Cho, McQueen & Cox, 2007). Maar deze signalen komen niet altijd voor, en ze geven zelden een woordgrens met honderd procent zekerheid aan. Daarom heeft de luisteraar het concurrentieproces nodig. Toch is de luisteraar gevoelig voor deze signalen van mogelijke woordgrenzen, als die signalen er zijn. Deze gevoeligheid voor de markering van woordgrenzen is de eerste component van de PWC. De tweede is de kennis die de luisteraar heeft over wat wel en wat geen



Figuur 2. Gebaseerd op van der Lugt (1999). Gemiddelde reactietijd om Nederlandse woorden (bv. 'bar') te spotten in onzinwoorden, zonder sterke concurrent (bv. 'kabar') of met sterke concurrent (bv. 'rabar', het begin van 'rabarber').



Figuur 3. Gemiddelde reactietijden in acht verschillende talen om woorden te spotten (bv. Nederlandse 'lepel') in onzinwoorden. In de zwarte balken de resultaten voor onzinwoorden met een mogelijk woord als resterende deel (bv. het deel 'ku' in 'kulepel'). In de witte balken de resultaten voor onzinwoorden met een deel dat geen woord kan zijn (bv. het deel 'b' in 'blepel').

woord kan zijn. Een enkel medeklinker kan geen Nederlands woord zijn. Als ik 'tuinbonen' zeg, met een *ui* in de *tuin*, kan ik niet *ui* bedoelen omdat hoewel *ui* een lekker woord is, *t* en *n* geen mogelijke woorden zijn. De pwc werkt dus als volgt. U hoort bijvoorbeeld 'dubbelgedopte tuinbonen'. Woorden zoals *tuin*, *duim*, *ui*, *boon*, *boom*, *oom*, *een* en *tuinbonen* zijn kandidaten voor de laatste drie lettergrepen, en concurreren met elkaar. Er wordt een mogelijke woordgrens gevonden voor de [t] van *tuinbonen* (omdat deze lettergreep een sterke klinker heeft; Cutler & Norris, 1988) en tussen de [n] en de [b] (omdat de volgorde [nb] nooit binnen een lettergreep voorkomt; McQueen, 1998). Dan wordt *ui* zwakker als kandidaat omdat de stukjes spraak tussen *ui* en die mogelijke woordgrenzen (de [t] en de [n]) geen woorden kunnen zijn. Het wordt dus makkelijker om de juiste woorden te herkennen.

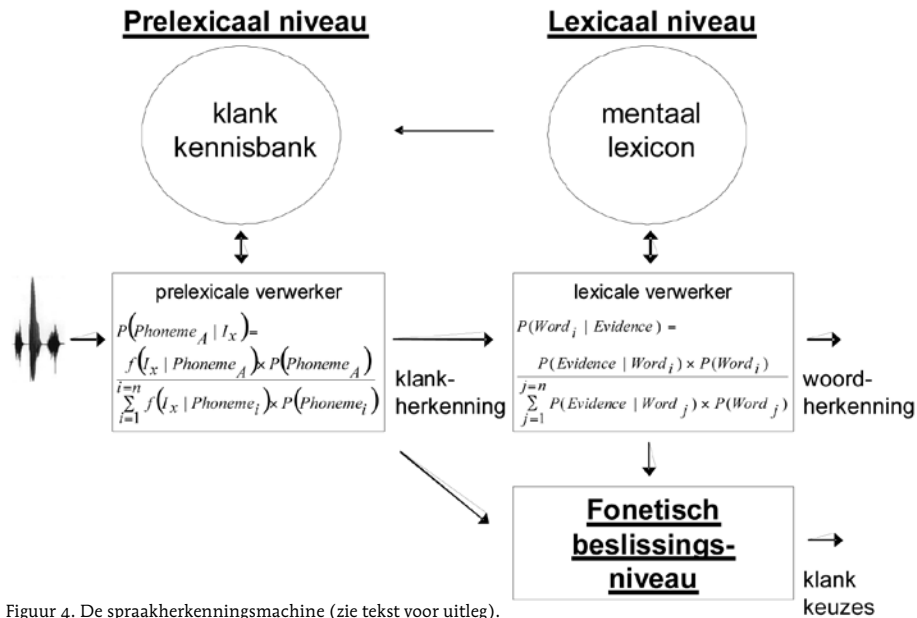
Evidentie voor de pwc komt van experimenten met dezelfde taak als die ik al heb besproken. Nederlandse luisteraars vinden het moeilijker om *lepel* te spotten in het onzinwoord *blepel* dan in *kulepel* (Figuur 3; McQueen & Cutler, 1998). In *kulepel* ligt *ku* voor begin van *lepel*; *ku* is geen woord, maar zou een woord kunnen zijn. Maar in *blepel* is er alleen een [b], wat geen woord kan zijn. Gelijksortige resultaten zijn nu gevonden in veel verschillende gesproken talen (Figuur 3): het Engels (Norris, McQueen, Cutler, & Butterfield, 1997); het Japans (McQueen, Otake & Cutler, 2001), het Cantonees (Yip, 2004), het Sesothos (Cutler, McQueen & Demuth, 2002), het Duits (Hanulíková, 2008), en het Slowaaks (Hanulíková, McQueen & Mitterer, in druk). Ondanks alle

verschillen in de fonologische vorm van mogelijke woorden in al deze talen, komt er bijna altijd hetzelfde uit. Er zijn uitzonderingen voor specifieke medeklinkers in specifieke talen (sommige medeklinkers in het Slowaaks bijvoorbeeld zijn woorden) en het Berbers (dat veel woorden zonder klinkers heeft) lijkt een uitzondering te zijn, maar gebruikers van de meeste gesproken talen weten dat een stukje spraak zonder klinker meestal geen woord kan zijn. Deze kennis helpt bij het segmenteren. Zelfs in de Britse gebarentaal (BSL) hebben wij een variant van de pwc ontdekt (Orfanidou, Adam, Morgan & McQueen, 2009). Het is makkelijker een echt BSL-woord te herkennen in de context van een gebaar dat een mogelijk BSL-woord is, dan in de context van een gebaar dat een onmogelijk BSL-woord is. Er zijn natuurlijk enorme verschillen tussen gesproken talen en gebarentalen, maar er is tenminste één overeenkomst: er is een segmentatieprobleem in beide soorten talen. Het algoritme dat helpt bij het segmenteren van spraak blijkt dus ook nuttig te zijn voor de segmentatie van gebarentaal.

Het woordherkenningsproces heeft zich ontwikkeld om zo problemen op te lossen die de luisteraar anders zou hebben. Meerdere woorden zijn tegelijkertijd kandidaten en die kandidaten vechten met elkaar. Fonologische kennis van welke stukken in het taal-sigitaal mogelijke woorden zijn wordt gebruikt om dit concurrentieproces te versoepelen en daardoor de segmentatie van continue taal te verbeteren. Deze schets van de centrale aspecten van het woordherkenningsproces, in de vorm van *Hollandse garnalen met dubbelgedopte tuinbonen*, was dus uw voorgerecht.

#### VISGERECHT

Ik kom nu terug bij het variatieprobleem. Eén oplossing voor dit probleem is om spraakherkenning in tweeën te verdelen: eerst klankherkenning en daarna woordherkenning. In veel computationele modellen van het verstaan, inclusief Shortlist (het model waarvan ik heb gewerkt; Norris, 1994; Norris et al., 1997; Norris & McQueen, 2008), worden spraakklanken herkend op een *prelexicaal niveau* en worden pas daarna woorden herkend op een *lexicaal niveau* (via relatieve evaluatie en concurrentie, zoals net besproken; Figuur 4). Deze verdeling van taken maakt spraakherkenning efficiënter. Als het variatieprobleem op het prelexicale niveau aangepakt is, zodat klanken kunnen worden herkend, hoeft het lexicale niveau zich minder te bemoeien met verschillen in de uitspraak; het lexicale niveau kan aan de slag met al herkende klanken. Dit is efficiënt omdat kennis over uitspraakverschillen van klanken verbonden kan zijn aan de klanken zelf (er zijn slechts veertig fonemen in het Nederlands) en niet aan alle woorden met een bepaalde klank (dat kunnen er duizenden zijn). Ik geef een voorbeeld. Kennis over hoe een [t] uitgesproken kan worden in verschillende accenten, snelheden en contexten, kan efficiënter in de klankkennisbank bij [t] opgeslagen worden dan in het mentale lexicon bij elk van de 39.432 Nederlandse woorden met een [t] (volgens CELEX; Baayen, Piepenbrock & Gulikers, 1995). Als kennis van uitspraakverschillen in [t] het eerste niveau kan beïnvloeden, zal die kennis helpen bij het herkennen van alle [t]-woorden. Deze gene-



Figuur 4. De spraakherkenningsmachine (zie tekst voor uitleg).

ralisatie over de hele woordenschat zou niet automatisch plaatsvinden als de kennis alleen bij specifieke [t]-woorden wordt opgeslagen (McQueen, Cutler & Norris, 2006).

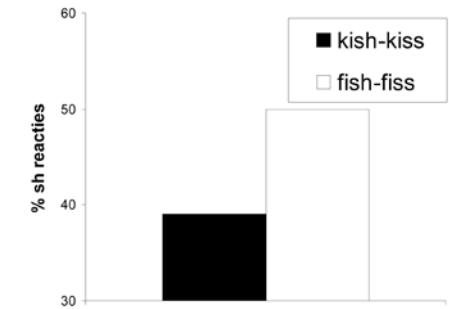
Het idee is dus dat de prelexicale verwerker zijn best gaat doen om spraakklanken te herkennen. Kennis over variatie wordt gebruikt om perceptuele hypothesen over de huidige spraak te vormen en te rangschikken. In Shortlist B (Norris & McQueen, 2008), die volgens Bayesiaanse principes werkt, krijgt elk foneem een waarschijnlijkheidswaarde op elk moment in het spraaksignaal. Deze waarschijnlijkheidswaarden hebben dan meteen invloed op het concurrentieproces in de lexicale verwerker (op de waarschijnlijkheidswaarden van woorden).

Twee belangrijke en gerelateerde eigenschappen van de prelexicale verwerker zijn dus in Shortlist B ingebouwd. Ten eerste maakt de prelexicale verwerker geen categorische beslissingen (bijvoorbeeld dat een klank met honderd procent zekerheid een [t] moet zijn). Ten tweede geeft hij continu informatie door aan het lexicale niveau. Er is dus wat men noemt een *cascadeproces* in het spraakherkenningsysteem. Mijn collega's en ik hebben dit met behulp van een aantal experimenten laten zien. Ik ga u niet vermoeien met alle details. Wat belangrijk is, is dat de logica altijd hetzelfde was. Wij keken naar subtiele akoestische verschillen die niet tot verschillen in de perceptie van fonemen leiden (bijvoorbeeld, [b]'s van verschillende lengte, die allemaal als [b] worden herkend). De vraag was of deze verschillen toch invloed hebben op woordherkenning. Zo ja, dan kan het niet zijn dat de prelexicale verwerker categorische beslissingen neemt (anders zouden die verschillen weggewerkt zijn op het prelexicale niveau en zou u dus geen effecten

verwachten op het lexicale niveau). Wij hebben inderdaad effecten op woordherkenning gemeten. Verschillen in de lengte van de [b] van *beer* beïnvloeden de herkenning van *peer* (van Alphen & McQueen, 2006). Verschillen in de lengte van *ham* beïnvloeden de herkenning van *hamster* (Salverda, Dahan & McQueen, 2003). Verschillen in de lengte van de Franse [ʁ] beïnvloeden de keuze tussen *dernier oignon* en *dernier rognon* (Spinelli, McQueen & Cutler, 2003). Er is dus inderdaad een cascadeproces.

Tot nu toe heb ik de prelexicale verwerker beschreven alsof het alleen bezig is met het herkennen van individuele klinkers en medeklinkers. Maar dat is niet zo. Deze verwerker probeert ook prosodische structuren in het spraaksignaal te herkennen (Cho et al., 2007). Met prosodische structuren bedoel ik lettergrepen, prosodische woorden, en frases. Het vinden van mogelijk woordgrenzen, bijvoorbeeld, geeft informatie die gebruikt kan worden door de pwc om het segmentatieprobleem op te lossen. Het is dus weer hetzelfde verhaal: het prelexicale niveau bewerkt informatie in het spraaksignaal om steun te geven aan het volgende proces van woordherkenning. De herkenning van de prosodische structuren is ook afhankelijk van subtiele akoestische verschillen tussen spraaksignalen. Wij hebben dit al gezien bij *dernier oignon* en *dernier rognon* (Spinelli et al., 2003). De lengte van de [ʁ] geeft een signaal over de woordgrens tussen de woorden: komt de grens voor of na de [ʁ]? Dit is ook zo in andere contexten en andere talen. De lengte van de [s] in het Nederlands bepaalt mede of de spreker *een speen* of *eens peen* bedoelt (Shatzman & McQueen, 2006), en dit is afhankelijk van de snelheid van de spreker (Reinisch, Jesse & McQueen, 2009). De lengte van de [r] in het Italiaans [lari] helpt de luisteraar om te voorspellen of de spreker verder gaat met *la riga* of met *l'aringa* (Tagliapietra & McQueen, 2009). De akoestische vorm van de eerste [k] in het Engels *pie cooking* kan de kandidaat *pike* onwaarschijnlijker maken (Cho et al., 2007).

Na de *peer*, de *ham*, de *ui* en de *nier*, en de *peen*, dacht u misschien dat wij nooit aan de vis zouden toekomen. Maar met de Italiaanse haring en de Engelse snoek heeft u er feitelijk al twee gehad. Er komt er nog één. Tijdens mijn PhD-project, ongeveer twintig jaar geleden, heb ik ambigue spraakklanken gemaakt, tussen [ʃ] en [s] in. Deze klanken ([ʃs]) heb ik aan [kɪ] en [fɪ] geplakt, om [kɪʃs] en [fɪʃs] te maken. Luisteraars waren gevraagd om te zeggen of ze een [ʃ] of een [s] hoorden. Ze dachten vaker [s] te horen in de [kɪʃs] context omdat *kiss* een woord is (en *kish* niet). In de andere context hoorden ze vaker *fish* (Figuur 5; McQueen, 1991). Mensen maken dus gebruik van hun



Figuur 5. Gebaseerd op McQueen (1991). Gemiddelde proportie (%) 'sh' reacties op de meest ambigue klank in een reeks tussen 'sh' en 's', in Engelse nonwoord-woord (kish-kiss) en woord-nonwoord contexten (fish-fiss).



kennis over hoe woorden uitgesproken moeten worden om spraak te herkennen. Een foute verklaring voor deze zo genoemde *lexicale effecten* is dat de lexicale verwerker de prelexicale verwerker beïnvloedt. Informatie zou niet alleen naar boven stromen, van de prelexicale verwerker naar de lexicale verwerker, maar ook andersom. Op deze manier zouden de lexicale kandidaten de klankherkenning beïnvloeden. Mijn collega's en ik beweren al twintig jaar dat deze conclusie onjuist is. Lexicale kennis heeft een invloed op het nemen van fonetische beslissingen, op de werking van het fonetische beslissingsniveau, maar niet op de werking van de prelexicale verwerker (Figuur 4; Norris, McQueen & Cutler, 2000). Ik kan hier een lang en complex verhaal over vertellen, maar ik houd het vandaag kort en stellig. De lexicale verwerker beïnvloedt de prelexicale verwerker tijdens het luisteren niet. Hier heb ik twee sterke argumenten voor. Ten eerste spreken de meest recente data deze bewering tegen (McQueen, Jesse & Norris, 2009). Ten tweede spreekt ook de logica deze bewering tegen: deze vorm van informatieverwerking helpt de luisteraar niet, waarom zou het dan bestaan?

Uw visgerecht ging over het prelexicale niveau. Informatie in het spraaksignaal en kennis over de variatie in spraak worden gebruikt om abstracte representaties van klinkers, medeklinkers en prosodische structuren te herkennen. Dit abstractieproces wordt op een probabilistische wijze uitgevoerd, en informatie wordt continu doorgegeven aan het lexicale niveau. Daar gaat het concurrentieproces voor woordherkenning verder. Maar de lexicale verwerker heeft geen effect op de prelexicale verwerker.

#### HOOFDGERECHT

Nu kom ik bij de kern van mijn verhaal. Het model van het verstaan dat ik net heb geschetst lijkt goed te zijn. Het kan veel data verklaren, en het maakt testbare predicties. Het geeft niet als u niet alle details van deze zware kost heeft begrepen. Wat ik wel hoop te hebben bereikt, is dat ik u een idee heb gegeven van de complexe en wonderbaarlijke machine achter het verstaan. In uw dagelijkse leven is het verstaan vaak vanzelfsprekend. Dat is alleen mogelijk door het werk van deze indrukwekkende spraakherkenningsmachine.

Maar deze machine, zoals ik die tot nu toe heb beschreven, is ook fundamenteel fout. U kunt het vergelijken met een soufflé zonder eieren: heel veel lekkere ingrediënten, heel goed voorbereid, maar toch zal het mengsel uiteindelijk niets voorstellen. Het cruciale ingrediënt dat mist is een leervermogen. Elk spreker spreekt anders. Om het variatieprobleem op te lossen moet de spraakherkenningsmachine het vermogen hebben om zich aan sprekersverschillen aan te passen, en om die verschillen in zijn geheugen op te slaan. Kortom, de machine moet kunnen leren.

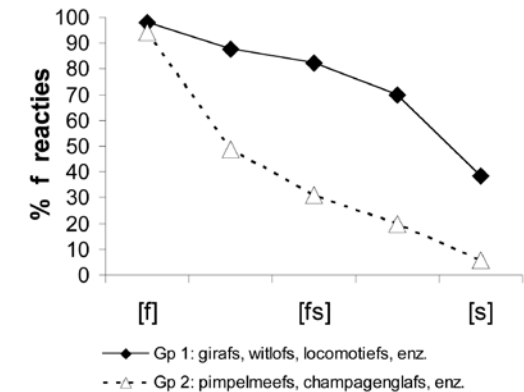
Denk aan de volgende situatie. U komt iemand tegen die slist. Elke keer dat hij een [f] wilt zeggen, komt er een ambigue klank uit die veel weg heeft van een [f], maar ook veel van een [s]. Hij zegt dus *girafs*, en *witlofs*, en *locomotiefs*. Om deze man beter te

kunnen verstaan, zou het nuttig zijn om iets te leren over zijn uitspraak – niet alleen om *olijfs* of *druifs* te kunnen begrijpen, maar ook om te weten wat hij bedoelt met *befs*; bedoelt hij *bef* of *bes*? Zonder aanpassingsvermogen zou het elke keer opnieuw een probleem zijn om hem te verstaan. Maar de luisteraar heeft dit vermogen wel. U kunt uw kennis van hoe woorden normaal uitgesproken worden, gebruiken om de ambigue *fs* te interpreteren als een [f] omdat, bijvoorbeeld *giraf* een woord is, maar *giras* niet. Door de grenzen van uw perceptuele categorieën aan te passen, wordt het makkelijker om deze persoon te verstaan. In experimenten hebben wij precies dit soort aanpassingen gemeten (Figuur 6; Norris, McQueen & Cutler, 2003). Al na korte blootstelling aan een

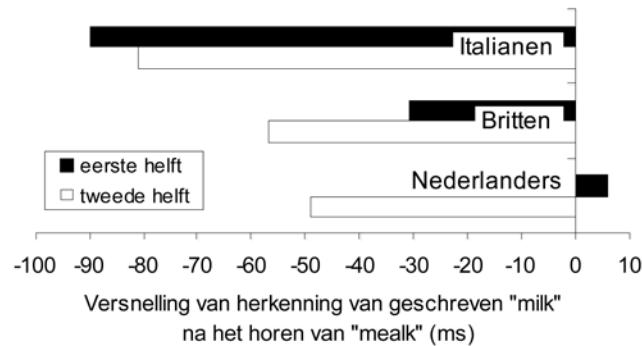
dergelijke spreker (slechts twintig woorden met een ambigue klank) is er een verschuiving in de perceptuele grens tussen [f] en [s]. Een ambigue klank wordt vaker als [f] herkend wanneer de spreker *girafs* en *witlofs* heeft gezegd dan (voor een andere groep luisteraars) wanneer de spreker *pimpelmeefs* en *champagneglafs* heeft gezegd.

Onze theorie is dat kennis, die opgeslagen ligt in het mentale woordenboek, wordt gebruikt om klankcategorieën in de prelexicale klankkennisbank aan te passen (Figuur 4). Dit is dus een vorm van begeleid leren. Het lexicon zegt zoiets als 'Deze ambigue klank had een [f] moeten zijn; beste prelexicale niveau, herken in de toekomst een zelfde klank als een [f]'. Ik heb eerder verteld dat de lexicale verwerker geen invloed heeft op de prelexicale verwerker, omdat het niet nuttig zou zijn. Het mentale lexicon kan echter wel de prelexicale klankkennisbank beïnvloeden (en dus ook later de prelexicale verwerker). Dit is omdat het gaat over leren – leren dat zeer nuttig kan zijn. Zoals ik al heb gezegd, helpt lexicale kennis het prelexicale niveau bij het omgaan met het variatieprobleem.

Dit verhaal over de noodzakelijke plasticiteit van de spraakherkenningsmachine leidt tot nieuwe verwachtingen. Als dit soort leren echt nuttig is, zou blootstelling aan woorden met een ambigue klank moeten helpen met het herkennen van andere woorden.



Figuur 6. Gebaseerd op Norris, McQueen en Cutler (2003). Gemiddelde proportie (%) 'f' reacties op een reeks klanken tussen [f] en [s], na het beluisteren van een ambigue klank ([fs]) aan het einde van Nederlandse woorden die normale eindigen op [f] (Groep 1; bv. girafs) of, voor een andere groep luisteraars, op [s] (Groep 2; bv., pimpelmeefs).



Figuur 7. Gebaseerd op di Betta, Weber en McQueen (2009). Gemiddelde versnellingen ('priming effects') in reactietijden van Italiaanse, Britse, en Nederlandse luisteraars in lexicale decisies op geschreven Engelse woorden (bv. 'milk') na het horen van dezelfde Engelse woorden gesproken met een Italiaanse accent (bv. 'mealk'), vergeleken met na het horen van ongerelateerde woorden.

Dat is ook zo. Na blootstelling aan *girafs* (enzovoorts) wordt *befs* een *bef*, na *pimpelmeefs* wordt *befs* een *bes* (McQueen et al., 2006). Er is dus generalisatie van het leren. Als dit soort leren over aanpassingen aan individuele sprekers gaat, zou u verwachten dat het leren inderdaad sprekerspecifiek is. Dat is ook zo. Wat is geleerd over de uitspraak van [f]- of [s]-klanken van één bepaalde spreekster kan worden gebruikt om haar [f]-en en [s]-en te herkennen, maar niet die van een andere spreekster (Eisner & McQueen, 2005). Als dit soort leren echt behulpzaam is, zou u verwachten dat het over lange perioden van tijd stabiel blijft. Dat is ook zo. Wat is geleerd blijft tenminste twaalf uur hangen en het maakt niet uit of de luisteraar die halve dag wakker blijft of minimaal zes uur slaapt (Eisner & McQueen, 2006). Als dit soort leren nuttig is, zou het grondig moeten zijn. Dat is ook zo. Na het leren wordt een woord met een ambigue klank herkend alsof het op een normale manier is uitgesproken (Sjerps & McQueen, in druk).

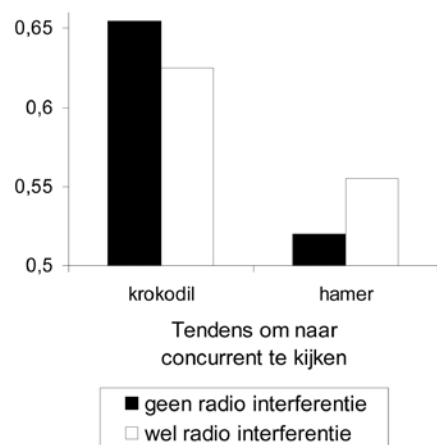
Ik begon mijn onderzoek over leerprocessen binnen spraakperceptie met een zeer specifieke vraag: kunnen wij lexicale kennis gebruiken om onze perceptie van een ambigue klank te herijken? Het antwoord is ja, maar dat is niet het hele verhaal. Er volgt onmiddellijk een vloedgolf van andere vragen. Die over generalisatie, sprekerspecificiteit, stabiliteit en grondigheid heb ik al genoemd. Er zijn nog veel meer vragen waarmee ik nu bezig ben. Hebben kinderen hetzelfde aanpassingsvermogen? Hoe kunnen wij leerprocessen binnen spraakperceptie gebruiken als gereedschap om inzicht te krijgen in de processen en representaties op het prelexicale niveau? Kan men dingen leren over niet alleen de uitspraak van individuele sprekers maar ook over de uitspraak van groepen mensen, zoals mensen met hetzelfde regionale accent? Kunnen wij ons aan-

passen aan realistischere vormen van vreemde spraak, zoals die van een echt persoon met een echt buitenlands accent?

Ik beperk me vandaag tot de allerlaatste vraag, niet in het minst omdat het relevant is voor u als luisteraars van deze rede. Ik spreek nu in mijn tweede taal, met een Brits accent. Ik ben ervan overtuigd dat u iets over mijn manier van spreken heeft geleerd in het afgelopen half uur. Ik heb twee redenen voor deze overtuiging. Ten eerste heeft u mij verstaan (misschien heeft u niet alles in detail begrepen, maar u heeft in ieder geval mijn woorden herkend). Om dit punt nog duidelijker te maken heb ik, tijdens de eerste amuse, een par zinnen uitgesproken met een rare klinker. Ik hoop dat u toen een par momenten van verwarring voelde, daarna van aanpassing, en uiteindelijk van verbazing dat u mij toch met niet al te veel meer moeite heeft kunnen volgen. Ik ga er vanuit dat dit ook gebeurd is (op een minder dramatische manier) tijdens de rest van deze oratie. Ten tweede, heb ik recentelijk een relevant experiment uitgevoerd met Anna Maria di Betta en Andrea Weber (Di Betta, Weber & McQueen, 2009). Italiaanse, Britse en Nederlandse luisteraars hoorden Engelse woorden met een Italiaans accent. Italianen hebben moeite om de [ɪ] van *chip* uit te spreken; het klinkt als *cheap*. Kunnen de luisteraars *mealk* toch herkennen als *milk*, of *deesh* als *dish*? Het antwoord is ja, maar op een andere manier voor elke groep (Figuur 7). Wij keken naar de versnelling van de herkenning van geschreven woorden zoals *milk* na het horen van *mealk*. De Italianen konden *mealk* als *milk* herkennen vanaf het begin van het experiment. De Britten begonnen het al in de eerste helft van het experiment te leren, maar de Nederlanders bleken pas in de tweede helft van het experiment iets geleerd te hebben. Het lijkt erop dat het leren van een buitenlands accent mogelijk is, maar dat dit afhankelijk is van hoe vertrouwd je bent met dat accent.

Leerprocessen binnen spraakperceptie gaan niet alleen over veranderingen in klankcategorieën maar ook over veranderingen in de manier waarop informatie het lexicale niveau beïnvloedt. Dit zagen wij al in het laatste voorbeeld. Het hoeft niet zo te zijn dat de luisteraars de grens tussen [i] en [ɪ] aangepast hebben – het kan zijn dat de klinker in *mealk* een [i] is gebleven, maar dat de verbanden met het lexicale niveau zijn veranderd. In de context van deze Italiaanse spreker, wordt [i] tijdelijk verbonden met woorden met een [ɪ]. Er is dus flexibiliteit in de verbanden binnen de spraakherkenningsmachine. Deze flexibiliteit is inherent aan de Bayesiaanse principes in Shortlist B (Norris & McQueen, 2008). Als de voorafgaande waarschijnlijkheden van woorden anders worden, of de conditionele waarschijnlijkheden dat bepaalde spraakklanken in een bepaald woord voorkomen anders worden, dan verloopt woordherkenning anders.

Ik geef nog een voorbeeld. In veel experimenten is aangetoond dat een woordconcurrent sterker is als het op dezelfde manier begint als het woord dat eigenlijk wordt uitgesproken, dan als het rijmt op dat woord. In oogbewegingexperimenten, bijvoorbeeld, kijken luisteraars meer naar een *krokodil* als ze *krokus* horen dan dat ze naar een



Figuur 8. Gebaseerd op Huettig en McQueen (2009). De gemiddelde tendens om naar een afbeelding van een concurrerend woord te kijken tijdens het luisteren naar zinnen die geen of wel radio interferentie hadden. De concurrent had dezelfde beginklanken als een doelwoord (bv. krokodil bij het horen van krokus) of rijmde erop (bv. hamer bij kamer).

interferentie is. Daarom is de overeenkomst tussen het begin van *krokodil* en van *krokus* minder zeker. Maar de ongelijkheid tussen het begin van *hamer* en van *kamer* is ook minder zeker. De luisteraar is dus in staat om bij te stellen hoe zwaar bepaalde informatie telt in het woordherkenningsproces.

Uw hoofdrecht was vanaf het begin aangekondigd: *al sprekende leert men*. Een centrale component van de menselijke spraakherkenningsmachine is plasticiteit. Deze flexibiliteit is een kenmerk van het prelexicale niveau (hoe spraakklankrepresentaties zich kunnen aanpassen) en van de manier waarop spraakinformatie het lexicale niveau beïnvloedt. Deze flexibiliteit is noodzakelijk om het variatieprobleem op te lossen. Zonder deze plasticiteit zou de spraakherkenningsmachine misschien goed werken voor de woorden van slechts één spreker in één bepaalde context, maar niet voor verschillende sprekers in diverse situaties.

#### NAGERECHT

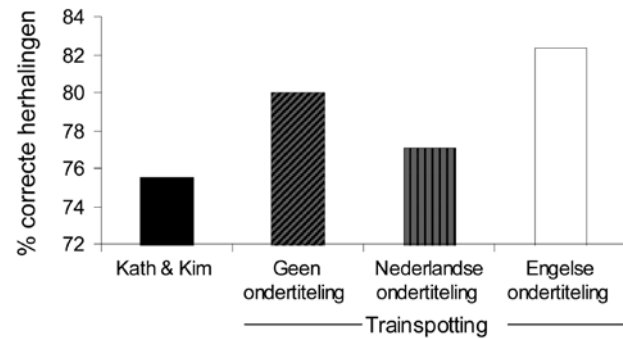
Tot zover heb ik het gehad over het verleden en over de huidige gang van zaken in mijn onderzoek. Maar wat komt na? Mijn leeropdracht hier bij de Radboud Universiteit heet

*hamer* kijken als ze *kamer* horen (Figuur 8). De *krokodil* is een sterkere concurrent dan de *hamer* terwijl de overeenkomsten met de gesproken woorden, qua aantal spraakklanken, identiek is. Samen met Falk Huettig heb ik laten zien dat deze voorkeur voor bepaalde concurrenten afhankelijk is van de context (Huettig & McQueen, 2009). Wij hebben in twee experimenten precies dezelfde gesproken woorden in dezelfde zinnen en met dezelfde plaatjes gepresenteerd. Het enige verschil was dat de spraak in het ene experiment schoon was (een opname van hoge kwaliteit), terwijl in het andere experiment radio-interferentie geluiden voorkwamen (niet tijdens de kritische woorden; alleen tijdens de andere woorden in de zin). In dat laatste geval gingen de luisteraars meer naar de *hamer* kijken, en minder naar de *krokodil*. Het blijkt dat men de spraakinformatie minder vertrouwt wanneer er af en toe radio-

*Leren en plasticiteit*. Ik hoop dat het nu duidelijk is waarom deze opdracht zo goed bij mij past. Ik wil graag mijn onderzoek over spraakperceptie voortzetten, en, in het bijzonder, over de plasticiteit van de luisteraar. Dit is een zeer rijk onderzoeksthema. Zoals ik al heb aangegeven, is er nog veel te doen op dit gebied. Wij moeten onderzoeken hoe verschillende soorten luisteraars (kinderen en volwassenen, in hun moedertaal en in hun andere talen) omgaan met verschillende vormen van variatie in het spraaksignaal (bijvoorbeeld, spreker- en accentverschillen) en of ze gebruik kunnen maken van verschillende informatiebronnen (niet alleen het lexicon) om hun perceptie aan te passen. Wij moeten ook naar leer- en geheugenprocessen in het brein gaan kijken. De grootste uitdaging zal zoals altijd zijn om alle delen van deze puzzel bij elkaar te brengen in een passende, overkoepelende theorie. Dit zal niet eenvoudig zijn. Als het klopt dat de luisteraar kennis over hoe specifieke sprekers specifieke spraakklanken in specifieke situaties produceren in haar geheugen heeft opgeslagen, zou dat het geval moeten zijn voor vele sprekers en vele klanken. Op welke manier ligt deze enorme hoeveelheid kennis opgeslagen, zodat de luisteraar toch de juiste kennis terug kan halen om de woorden van een bepaalde spreker optimaal te kunnen herkennen? Flexibiliteit in het gebruik van heel veel statistische informatie moet dus op elk moment stabiliteit in het woordherkenningsproces bieden. Wij zullen zien of dit gerealiseerd kan worden in een uitgebreide versie van het Bayesiaanse Shortlist B model.

Vragen over plasticiteit in spraakperceptie roepen meteen andere vragen op over het leren van taal. Ik heb het gehad over leerprocessen omtrent bestaande klankcategorieën (een ongewone [f] bijvoorbeeld), maar hoe zit het met het leren van nieuwe categorieën? Dit probleem komt vaak voor wanneer kinderen (en volwassenen) een nieuwe taal moeten leren. Naast de vragen over spraakklanken zijn er ook vragen over nieuwe woorden. Het leren van een nieuwe woordenschat is natuurlijk een centraal aspect van het leren van een nieuwe taal, en van het leren van de moedertaal door baby's en jonge kinderen. Maar het leren van nieuwe woorden in de eerste taal gaat u hele leven door. Zit *twitteren* bijvoorbeeld al in uw actieve woordenschat? Ik hoop dat mijn onderzoek naar het leren van nieuwe woorden inzichten zullen geven in zowel de menselijke spraakherkenningsmachine als de neurale mechanismes van die machine.

Mijn onderzoeksplannen hebben ook een ander doel. Tot verbazing van veel van mijn collega's in de taalpsychologie (en soms nog steeds tot mijn eigen verbazing) is mijn leerstoel verbonden aan onderwijskunde. Ik zie deze ontwikkeling als een uitdaging om mijn onderzoek te verbreden en te verdiepen. Ik kijk nu naar mogelijke toepassingen van kennis uit de psychologie in het onderwijs – programma's voor het leren van een tweede taal bijvoorbeeld, of programma's voor het leren lezen. Om een modieuze term te gebruiken, dit zal evidence-based onderwijs zijn. Er zijn veel mogelijkheden voor verbetering van het leren van spraakklanken, gesproken woorden, en geschreven woorden in het taalonderwijs. Het is bijvoorbeeld bekend dat het leren van nieuwe klanken zeer moeilijk is: zowel het maken van die nieuwe geluiden (zoals ik vanmiddag heb aange-



Figuur 9. Gebaseerd op Mitterer en McQueen (2009). Gemiddelde proportie (%) correcte herhalingen van uitingen van een personage in *Trainspotting* met een Schots accent na eerdere blootstelling aan *Kath & Kim* (een Australische komedie) of aan *Trainspotting* zonder ondertiteling, met Nederlandse ondertiteling, of met Engelse ondertiteling.

toond) als het horen van verschillen tussen die klanken. Zouden mensen die klanken sneller leren onderscheiden in hun perceptie als ze betere feedback krijgen? Eén van mijn nieuwste PhD-studenten, Alex Brandmeyer, gaat kijken of een Brain-Computer Interface steun kan geven bij het leren van nieuwe klanken. Het idee is om feedback te geven aan luisteraars over hoe hun eigen hersenen omgaan met die klanken. Als blijkt dat dit soort terugkoppeling van breinactiviteit helpt bij het leren, zou dit de mogelijkheid geven voor toepassingen in de taalklas.

Nog een laatste voorbeeld. Samen met mijn collega Holger Mitterer heb ik laten zien dat ondertiteling helpt om een niet-vertrouwd regionaal accent in een tweede taal te verstaan (Mitterer & McQueen, 2009). Denk terug aan uw tweede amuse. In ons experiment keken Nederlandse luisteraars naar *Trainspotting* en hoorden dus Schots Engels. Eén groep kreeg geen ondertiteling, een tweede groep kreeg Nederlandse ondertiteling en een derde Engelse ondertiteling. Andere luisteraars keken naar *Kath & Kim* (een Australische komedie). Daarna moesten de proefpersonen proberen om nieuwe uitingen van de Schotse spreker uit *Trainspotting* te herhalen (Figuur 9). De luisteraars die *Trainspotting* hadden gezien zonder ondertiteling konden meer woorden herhalen dan luisteraars die *Kath & Kim* hadden gezien, maar dit voordeel van eerdere blootstelling aan het Schotse accent was veel kleiner voor de luisteraars die de Nederlandse ondertiteling hadden gehad, waarschijnlijk omdat de aandacht van deze groep op de Nederlandse ondertitels was gericht, en niet op de ongewone spraak. De groep met de Engelse ondertiteling presteerde het best. Onze verklaring is dat dit voordeel komt doordat de Engelse ondertiteling aangeeft welke woorden worden uitgesproken, en dus

ook welke klanken. Luisteraars werden bij het leren van het accent dus begeleid door de Engelse ondertiteling.

If I now switch back to that foreign accent, and subtitle myself again, I hope you see (and hear!) what I mean. I want to make several points with this last example. First, a practical tip: if you want to improve your ability to understand unusual forms of English, use English subtitles when you watch English-language TV and DVD's. Second, it was possible for us to observe perceptual learning in the real-world setting of watching a film, so the effects I have been talking about today are not restricted to artificial laboratory settings. Third, this is another example of a possible educational application: since subtitles seem to help with this aspect of language learning, wouldn't it be a good idea to use them in language classes? Fourth, I hope that application of psycholinguistic knowledge to education will not only improve language learning, but will also feed back to basic science. Successes (and failures) in applying knowledge in actual classrooms should further constrain theories of language processing. Finally, I hope I have just let you observe plasticity in speech perception in action. Did listening to me just get a wee bit easier?

#### LES PETITS FOURS

Ik wil deze rede graag besluiten met enkele woorden van dank. Nijmegen is een extreem bijzondere plek voor de taalwetenschappen, niet alleen binnen Nederland, en niet alleen binnen Europa, maar ook mondiaal. Ik ben zeer dankbaar dat ik in deze inspirerende en ondersteunende omgeving heb kunnen werken, en evenzeer dankbaar dat ik, door mijn benoeming, hier mijn werk mag voortzetten. Om deze dankbaarheid aan 'Nijmegen' verder uit te pakken, wil ik graag een aantal instanties noemen, en natuurlijk ook veel mensen danken, of voor hun contributies aan dit mooie geheel en/of voor meer persoonlijke redenen.

Op de eerste plaats wil ik het college van bestuur van de Radboud Universiteit, en het decanaat van de Faculteit der Sociale Wetenschappen bedanken. Zonder de steun van de hogere niveaus van de universiteit voor de taalwetenschappen was Nijmegen nooit *The Place to Be* geworden in mijn vakgebied. Ik hoop dat het lang zo zal blijven. Ik wil het college van bestuur en mijn faculteitsbestuur ook graag danken voor het in mij gestelde vertrouwen, en voor de mij verleende leeropdracht. Ik hoop dat ik aan hun verwachtingen zal voldoen. Als Schot doe ik in ieder geval mee aan de internationalisering van onze universiteit. Ondanks het pleidooi van Joris Luyendijk tijdens de opening van dit academisch jaar, kan ik dat doen door soms Nederlands te spreken.

Nu wil ik naar de mensen en organisaties die om me heen zitten op mijn nieuwe werkplek in het Spinoza-A gebouw. Ik ben lid geworden van het Behavioural Science Institute. Ik dank de directeur van het bsi, prof. dr. Rutger Engels, voor zijn vertrouwen in mij, en de leden van het bsi voor hun vriendelijke welkom. Binnen het bsi voel ik me al thuis in de *Learning and plasticity* groep, één van de vele instanties die Nijmegen rijk

is, die ondersteuning aan taalpsychologie geeft. Ik dank al mijn nieuwe collega's in de groep voor hun steun in mijn eerste negen maanden. In het bijzonder wil ik Bert Steenbergen en Janet van Hell bedanken. Wij zijn alle drie in dezelfde periode benoemd; ik vind het leuk om met jullie onze wegen te vinden, en ik hoop dat wij vele jaren prettig kunnen samenwerken. Mijn benoeming is grotendeels te danken aan de inzet van één persoon, prof. dr. Ludo Verhoeven. Beste Ludo, ik ben zeer dankbaar dat jij mij hebt gevonden, en dat jij mij ervan hebt overtuigd dat ik klaar was voor deze nieuwe uitdaging. Jouw steun en advies in mijn eerste maanden stel ik zeer op prijs. Ik dank ook prof. dr. Jan Janssens, directeur van de Onderwijsinstituut Pedagogische Wetenschappen en Onderwijskunde, voor het in mij gestelde vertrouwen, en alle mensen van de opleiding Orthopedagogiek: Leren en Ontwikkeling en van de opleiding Onderwijskunde. In het bijzonder wil ik vier mensen hiervan noemen. Anne-Els Holweg wil ik danken voor haar steun. Wij zijn ons beiden nog aan het inwerken, maar ik hoop dat dit slechtst het begin is van een lange en goede samenwerking. Eddie Denessen, Henny van der Meijden en Jan Lenders wil ik graag danken voor hun hulp en hun ruimdenkendheid. Ik viel als taalpsycholoog ineens de onderwijskunde binnen, maar dankzij jullie (en de andere mensen van Onderwijskunde) is dat tot nu toe probleemloos verlopen. Ik hoop dat wij samen vele jaren voor goed onderwijskunde-onderwijs kunnen verzorgen.

Nu wil ik naar het Spinoza-B gebouw gaan. Ik ben niet alleen lid geworden van het BSI maar ook van het Centre for Cognition van het Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour. Ik wil prof. dr. Harold Bekkering, de directeur van het Donders Centre for Cognition, bedanken voor zijn steun en collegiale raad. Zijn voorganger (van het toenmalige NICI), prof. dr. Herbert Schriefers, wil ik hartelijk danken voor zijn inzet en advies tijdens mijn benoemingsproces. De taalpsychologie is verdedigd bij de DCC door de Psycholinguistics division. Ik wil Harold en Herbert bedanken, als directeuren, voor de ondersteuning van nog zo'n taalpsychologie-instantie. Ik dank ook de leden van de Psycholinguistics division, in het bijzonder prof. dr. Ton Dijkstra, dr. Ardi Roelofs en prof. dr. Rob Schreuder. Ik hoop dat wij samen spannend onderzoek kunnen doen.

Uiteindelijk kom ik aan het Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek, de plaats waar ik vandaag precies zestien jaar geleden begon te werken. Ik begon op 1 oktober 1993, en ik wist toen al dat het Instituut heel bijzonder was. Ik ben niet teleurgesteld. Het MPI is een fantastische plek om te werken. Ik herinner me vele boeiende discussies, ik denk aan vele vriendschappen gemaakt op het MPI, en ik kijk terug naar vele vormen van hulp en ondersteuning, groot en klein, van vele collega's. Er zijn gewoon te veel namen om te noemen, en ik hoop dat de mensen in de zaal die hun eigen naam missen, weten dat dit niet betekent dat ik hen niet dankbaar bent. Dank allemaal! Nu dank ik met naam alleen de directeuren van het MPI, persoonlijk voor hun steun van mijn carrière maar ook omdat het grotendeels door hun inzet is dat Nijmegen een taalpsychologieparadijs is: prof. dr. Pim Levelt, prof. dr. Wolfgang Klein, prof. dr. Steve Levinson, prof. dr. Peter Hagoort, en, in het bijzonder, prof. dr. Anne Cutler. Anne, we

have been working together now for 22 years, so there is too much to thank you for. In my thesis acknowledgements I thanked you for a canteen of Cutlery. That canteen is now so much bigger. I'll mention only the cake forks of infectious enthusiasm, the fish knives of stimulating arguments, and the soup ladles of astute advice, and leave the rest for another day. I would not be standing here today without your support and encouragement. Thank you. The Comprehension Group was an excellent place to be these last sixteen years. I won't read out all the names of the members of the group; you can read them on the screen. Meanwhile, I'd like to thank all of these past and present colleagues for your help and for the opportunity to do science with you all, and for the fun doing it. Er is één persoon die ik wel wil noemen, de enige naast Anne en ik, die de volle zestien jaar heeft kunnen volhouden, Rian Zondervan. Hartelijk dank, Rian, voor alles.

Ik heb niet alleen met mensen op Max Planck gewerkt. Nu ziet u op het scherm de namen van de vele andere mensen met wie ik met heel veel plezier onderzoek heb gedaan. Ik wil hen allemaal bedanken. Ik vind het zeer boeiend om met zo veel verschillende mensen uit zo veel verschillende landen te werken. Dennis Norris was missing from the last set of names, and is not here today, but he still deserves special mention and thanks. I've been working with Dennis, like Anne, for half my life, so I have learned a great deal from him too. I am very grateful to him for many things, in particular for helping me learn how to think incisively. I look forward to our next anniversary meal, and many more years of collaboration. Als laatste wetenschappelijk dank wil ik mijn promovendi noemen. Ik vind het begeleiden van studenten één van de meest bevredigende onderdelen van het academische leven. Ik ben zo blij wanneer ik een nieuwe wetenschapper zie ontplooiën, en ik leer veel van elke student. Ik wil jullie allemaal bedanken voor de stimulerende, leerzame, en plezierige samenwerking. In het bijzonder wil ik Petra van Alphen bedanken, voor haar uitstekend commentaar op deze rede en haar noodzakelijke verbeteringen van mijn nog krakkemikkige Nederlands.

Aan het einde kom ik bij vrienden en familie. Mijn vrienden wil ik bedanken voor hun steun en liefde. De familie Oerlemans is mijn tweede familie geworden hier in Nederland, tot aan de Sinterklaasgedichten toe. Mijn dank ervoor. I would like to thank my parents and my sister and my brother-in-law for coming all the way here today, and for being willing to sit through all this gobbledygook. To my parents: you have always encouraged me to find my own way. Who could have guessed that that would have led to us being here today! You have supported me enormously, and I am very grateful for that. Last but not least, I come to you, Kees. Ik heb je al vaak bedankt voor vele dingen, I know I'll keep on thanking you, en ik weet zeker dat zelfs met twee talen I won't have enough words for the job.

*Ten slotte dank ik alle aanwezigen voor het luisteren. U heeft gegeten en iets geleerd. En ik heb gezegd.*

## REFERENTIES

- Alphen, P.M. van, & McQueen, J.M. (2006). The effect of Voice Onset Time differences on lexical access in Dutch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 178–196.
- Baayen, R. H., Piepenbrock, R., & Gulikers, L. (1995). *The CELEX Lexical Database (Release 2)* [CD-ROM]. Philadelphia: Linguistic Data Consortium, University of Pennsylvania.
- Cho, T., McQueen, J.M., & Cox, E.A. (2007). Prosodically driven phonetic detail in speech processing: The case of domain-initial strengthening in English. *Journal of Phonetics*, 35, 210–243.
- Cutler, A., Demuth, K., & McQueen, J.M. (2002). Universality versus language-specificity in listening to running speech. *Psychological Science*, 13, 258–262.
- Cutler, A., & Norris, D. (1988). The role of strong syllables in segmentation for lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 113–121.
- Di Betta, A.M., Weber, A., & McQueen, J.M. (2009). *Trick or treat? Adaptation to Italian-accented English speech by native English, Italian and Dutch listeners*. Poster gepresenteerd bij de 15de AMLaP congres, Barcelona, September 2009.
- Eisner, F., & McQueen, J.M. (2005). The specificity of perceptual learning in speech processing. *Perception & Psychophysics*, 67, 224–238.
- Eisner, F., & McQueen, J.M. (2006). Perceptual learning in speech: Stability over time. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119, 1950–1953.
- Hanulíková, A. (2008). *Lexical segmentation in Slovak and German*. PhD dissertation, Humboldt University Berlin.
- Hanulíková, A., McQueen, J.M., & Mitterer, H. (in druk). Possible words and fixed stress in the segmentation of Slovak speech. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.
- Huettig, F., & McQueen, J.M. (2009). *AM radio noise changes the dynamics of spoken word recognition*. Gepresenteerd bij de 15de AMLaP congres, Barcelona, September 2009.
- Lugt, A. van der (1999). *From speech to words*. PhD dissertation, University of Nijmegen. MPI Series in Psycholinguistics, 13.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco: Freeman & Co.
- McQueen, J.M. (1991). The influence of the lexicon on phonetic categorization: Stimulus quality in word-final ambiguity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 433–443.
- McQueen, J.M. (1998). Segmentation of continuous speech using phonotactics. *Journal of Memory and Language*, 39, 21–46.
- McQueen, J.M., & Cutler, A. (1998). Spotting (different types of) words in (different types of) context. *Proceedings of the 5th International Conference on Spoken Language Processing*, Vol. 6, pp. 2791–2794, Sydney, Australia.
- McQueen, J.M., Cutler, A., & Norris, D. (2006). Phonological abstraction in the mental lexicon. *Cognitive Science*, 30, 1113–1126.
- McQueen, J.M., Jesse, A., & Norris, D. (2009). No lexical-prelexical feedback during speech perception or: Is it time to stop playing those Christmas tapes? *Journal of Memory and Language*, 61, 1–18.
- McQueen, J.M., Norris, D., & Cutler, A. (1994). Competition in spoken word recognition: Spotting words in other words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 621–638.
- McQueen, J.M., Otake, T., & Cutler, A. (2001). Rhythmic cues and possible-word constraints in Japanese speech segmentation. *Journal of Memory and Language*, 45, 103–132.
- Mitterer, H., & McQueen, J.M. (2009). Foreign subtitles help but native-language subtitles harm foreign speech perception. *PLoS ONE* 4(11): e7785. doi:10.1371/journal.pone.0007785.
- Norris, D. (1994). Shortlist: A connectionist model of continuous speech recognition. *Cognition*, 52, 189–234.
- Norris, D., & McQueen, J.M. (2008). Shortlist B: A Bayesian model of continuous speech recognition. *Psychological Review*, 115, 357–395.
- Norris, D., McQueen, J.M., & Cutler, A. (2000). Merging information in speech recognition: Feedback is never necessary. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 299–325.
- Norris, D., McQueen, J.M., & Cutler, A. (2003). Perceptual learning in speech. *Cognitive Psychology*, 47, 204–238.
- Norris, D., McQueen, J.M., Cutler, A., & Butterfield, S. (1997). The possible-word constraint in the segmentation of continuous speech. *Cognitive Psychology*, 34, 191–243.
- Orfanidou, E., Adam, R., Morgan, G., & McQueen, J.M. (2009). Recognition of signed and spoken language: Different sensory inputs, the same segmentation procedure. *Manuscript ter publicatie aangeboden*.
- Reinisch, E., Jesse, A., & McQueen, J.M. (2009). Speaking rate from proximal and distal contexts is used during word segmentation. *Manuscript ter publicatie aangeboden*.
- Salverda, A.P., Dahan, D., & McQueen, J.M. (2003). The role of prosodic boundaries in the resolution of lexical embedding in speech comprehension. *Cognition*, 90, 51–89.
- Shatzman, K.B., & McQueen, J.M. (2006). Segment duration as a cue to word boundaries in spoken-word recognition. *Perception & Psychophysics*, 68, 1–16.
- Sjerps, M.J., & McQueen, J.M. (in druk). The bounds on flexibility in speech perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*.
- Spinelli, E., McQueen, J.M., & Cutler, A. (2003). Processing resyllabified words in French. *Journal of Memory and Language*, 48, 233–254.
- Tagliapietra, L., & McQueen, J.M. (2009). Gemimates and singletons in spoken Italian: What and where in speech recognition. *Manuscript ter publicatie aangeboden*.
- Yip, M.C.W. (2004). Possible-word constraints in Cantonese speech segmentation. *Journal of Psycholinguistic Research*, 33, 165–173.
- Zwitserlood, P. (1989). The locus of the effects of sentential-semantic context in spoken-word processing. *Cognition*, 32, 25–64.

