

UNIVERSELLE OG SPROGSPECIFIKKE TRÆK I SPÆDBØRNS PERCEPTION AF SPROGLYDE

Ocke-Schwen Bohn¹

Børn er født med en lang række perceptuelle evner, som sætter dem i stand til at tilegne sig de sprog, som tales i deres omgivelser. Nyfødte børn kan skelne mellem næsten alle konsonanter, der bliver brugt i verdens sprog til at signalere betydningsforskelle, uanset om konsonanterne forekommer i de(t) sprog, børnene hører. Selvom børnenes universelle perceptuelle evner begrænses til de sprogspecifikke evner, voksne har, når de er mellem 7 og 11 måneder gammel, går de oprindelige evner ikke tabt, men kan genoplives, når vi senere i livet lærer andre sprog. Denne artikels hovedvægt ligger på spædbørns vokalperception, som har ikke fået lige så meget opmærksomhed som konsonantperception. I vores forskning med canadiske, danske og tyske spædbørn fandt vi universelle perceptuelle asymmetrier, som vi mener, har stor betydning for børnenes vokaludvikling. Derudover viser voksne de samme perceptionsmønstre som spædbørn, når deres evne til at skelne mellem vokaler fra fremmedsprog testes.

1. Indledning

Et af de karakteristiske træk hos mennesket er evnen til at bruge sprog. Talesprog er – i modsætning til skriftsprog – på mange måder menneskets primære måde at kommunikere på: Logisk, fordi (alfabetiske) skriftsystemer er mere eller mindre vellykkede forsøg på at afspejle sproglyde; fylogenetisk/historisk, fordi vores forfædre og -mødre begyndte at tale for flere titusinde år siden, hvorimod skriftsprog kun er nogle få tusinde år gammel (og flertallet af verdens ca. 6000 sprog har aldrig udviklet skriftsprog), og ontogenetisk/udviklingsmæssig, fordi børn udvikler deres taleinstinkt flere år før de – måske – stifter bekendtskab med kulturteknikker som at læse og skrive.

1 Nogle af de resultater, som redegøres for i nærværende artikel, blev opnået med støtte af en bevilling fra SHF/FKK. Tak til Meike og Annette Bohn, Mette Sørensen og Sophia Jensen for deres hjælp med at gøre mit dansk mere forståeligt.

Den mest basale forudsætning for at kunne kommunikere ved hjælp af talesprog er, at man er i stand til at percipere sproglyde. Ikke kun sproglyde som sådan, men mere præcist de sproglyde, der bliver brugt i de eller det omgivende sprog til at signalere betydninger. Hvert enkelt sprog har et særegent sæt af lyd kategorier eller »fonemer«, som bruges som ords byggesten. På dansk findes der ca. 40 af disse fonemer, fx *y* og *u*, som blandt meget andet udgør forskellen mellem at *tude* og at *tyde*, eller *lus* og *lys* (vel at mærke uden at *u* eller *y* bærer en selvstændig betydning). Andre sprog har andre foneminventarer (engelsk mangler *y*, men har en lyd som i *three*, som dansk til gengæld mangler), men alle sprog har det samme design: Et begrænset sæt af betydningsadskillende fonemer (mellem min. 11 og maks. 121 i verdens sprog), som kan sammensættes til flere tusinde betydningsbærende ord.

Hvordan tilegner børn sig viden om, hvilke forskelle mellem sproglyde der er afgørende i deres omgivende sprog? Artiklen giver et kort overblik over udviklingen af børns perceptuelle evner gennem deres første leveår, med særlig fokus på mit forskningsområde, som er spædbørns perception af vokallyde. Der skal dog først redegøres for en perceptuel mekanisme, uden hvilken sproglig kommunikation, som vi kender det, ville være umuligt, nemlig den kategoriale lydperception.

1.1 Den kategoriale perception af sproglyde

Forskning i perception af lyde har vist, at den menneskelige hjerne på mange måder behandler sproglyde anderledes end andre auditive stimuli (Mann & Liberman 1983, Pisoni 1973, Studdert-Kennedy et al. 1972, Whalen & Liberman 1987). En af grundene til, at vi nemt kan forstå hurtig tale med op til 40 fonemer per sekund, hvorimod det er umuligt at gengive den korrekte rækkefølge af bare 10 ikke-sproglyde (såsom lyde som klap, snork, vandrop, kys mv.) er, at vi opfatter sproglyde kategoriale. Vi er udelukkende interesserede i, om taleren har sagt *v* (i *hvem*) eller *f* (i *fem*), og vi er fuldstændig ligeglade med, om *f*-lyden var mere eller mindre ustemt. Uanset alle mulige forskelle på *f*-lyde eller *v*-lyde (eller realiseringer af andre fonemer) lytter vi næsten udelukkende til det, som afgør den kategoriale forskel mellem *f* og *v*.

Den tekniske definition af den kategoriale lydperception stammer fra eksperimenter, hvor lyttere præsenteres for syntetiske stimuli fra lydkontinua, der rækker fra fx et meget stemt *b* til et meget ustemt *p* (Studdert-Kennedy et al. 1970). Selv om de akustiske forskelle mellem stimulus 1 og 2, mellem stimulus 2 og 3, stimulus 3 og 4 osv. er ens, deler lytterne sådanne kontinuer op i to kategorier, dvs. alle stimuli bliver enten identificeret som *b* eller som *p*, ikke som mere eller mindre *b*-agtig eller *p*-agtig. Desuden viser diskriminationsforsøg, at lytternes diskriminationsevne er på chance-niveau, når de skal angive, om der er forskel (eller ej) mellem akustisk forskellige stimuli fra den samme lydkategori, hvorimod de næsten fejlfrit kan diskriminere

lyde fra forskellige kategorier. Vi kan med andre ord kun høre forskel på sproglyde fra forskellige lyd kategorier, og derudover er vi dårlige til at høre forskel mellem sproglyde fra den samme kategori.

Uden den kategoriale lydperception ville det næsten være umuligt at kommunikere ved hjælp af talesprog, hvor vi lynhurtigt er nødt til at afgøre, om vi har hørt *bil* eller *pil*, og hvor enhver overvejelse om, hvor ustemt *p* nu var, ville være spild af tid, når det drejer sig om afkodning af tale. At lytte til talesprog kræver simpelthen selektiv opmærksomhed over for de kategoriale forskelle, som er afgørende i det pågældende sprog.

1.2 To metoder i undersøgelser om spædbørns perceptionsevner

Hvordan klarer børn den altafgørende kategoriale perception af sproglyde? Inden jeg redegør for den forskning, der har forsøgt at svare på dette spørgsmål, skal der først kort redegøres for to af de metoder, der anvendes til at undersøge spædbørns perceptionsevner. (For et mere detaljeret overblik over disse og andre metoder henvises til Polka et al. 1995). Spædbørn kan udelukkende undersøges i diskriminationsparadigmer; det er ikke muligt at bede helt små børn om at identificere stimuli, da identifikation kræver, at forsøgspersoner kan benævne det, de perciperer, og det kan spædbørn ikke. Samtlige diskriminationsparadigmer i spædbørnsforskning bygger på børns naturlige reaktioner på stimuli, dvs. de udnytter at børn, lige som alle andre mennesker såvel som dyr, reagerer forskelligt på det vante og på det uvante.

Det oftest anvendte paradigme i undersøgelser af nyfødte og helt små børn (op til en alder af ca. 5 måneder) er *high amplitude sucking paradigm* (HAS), der bygger på barnets suttefrekvens som indikator på, om barnet kan høre en forskel eller ej. I et typisk HAS-eksperiment lytter et barn i begyndelsen til den samme lyd, spillet fra en computer, med det samme lydinterval, igen og igen. Suttefrekvensen vil her først stige, fordi der er sket noget uvant i barnets omverden. Over de næste få minutter vil suttefrekvensen dog falde, fordi barnet har vænnet sig til lyden, dvs. habituering er sat ind. Når suttefrekvensen er nede på et forudbestemt lavt niveau, sker der en af tre ting, afhængig af, hvilken forsøgsgruppe barnet tilhører. I kontrolgruppen bliver den samme lyd som før tidspunktet for habituering spillet igen (og igen), og som forventeligt falder suttefrekvensen endnu mere, eller den forbliver på samme lave niveau. Det spændende sker, når man sammenligner børn fra to eksperimentelle grupper. I den ene gruppe præsenteres børnene – efter habitueringen – for en lyd, der akustisk er forskellig fra lyden før habituering, men som voksne – i forudgående forsøg – har kategoriseret som tilhørende den samme kategori som den lyd der blev spillet før habitueringen. I den anden eksperimentelle gruppe præsenteres børnene – igen efter habitueringen – for en lyd, der akustisk er forskellig fra lyden før habituering, og som voksne – i forudgående forsøg – har kategoriseret som

tilhørende en anden kategori end den lyd, der blev spillet før habitueringen. Når habitueringen fortsætter i den første eksperimentelle gruppe (dvs. sutfrekvensen fortsat falder, selvom den »nye« lyd akustisk er forskellig fra den »gamle« lyd), samtidig med den anden eksperimentelle gruppe viser tegn på dishabituering (dvs. sutfrekvensen stiger som reaktion på den »nye« lyd), betragter forskerne det som indikation på, at børn opfatter stimuli kategorisk: Ikke alle akustiske forskelle er lige vigtige; det er kun de forskelle, som adskiller kategorier, der udløser dishabituering hos spædbørn.

Et andet paradigme som der ofte benyttes i undersøgelser af spædbørn, er *headturn paradigm* (HT), hvilket er velegnet til børn mellem ca. 5 og 14 måneder. Det er dette paradigme, vi har benyttet i undersøgelsen af ca. 500 børn i Århus mellem 2003 og 2006 i Danmarks første projekt om spædbørns perception af sproglyde (Bohn 2007, Bohn & Polka 2008). Ulempen med HAS er, at den forudsætter, at børn bruger sut, og det nægter mange børn at gøre efter de første måneder. Ved brug af HT trænes børn først til at dreje deres hoved mod en højttaler, når præsentationen af lyde fra samme kategori skifter til lyde fra en anden lydkategori. Deres korrekte *headturn* belønnes så med, at forsøgslederen tænder for et mekanisk legetøj (såsom en bjørn, klovn, elefant e.l.), som belyses og bevæger sig, men ellers er gemt bag mørke plexiglasruder i rum på toppen af højttaleren. Nogle børn drejer spontant hovedet mod højttaleren, når de hører en forskel på de lyde, der bliver præsenteret for dem, mens de fleste andre børn hurtigt lærer den nye leg, der består i, at de bliver belønnet med, at legetøj belyses og danser for dem, hvis de drejer deres hoved mod lyd-kilden, når de har hørt en forskel på de lyde, de bliver præsenteret for.

Efter konditioneringen begynder det egentlige forsøg med ca. 25-30 *trials*. Typisk er to tredjedele af disse *trials* såkaldte *change trials*, hvor barnet først hører lyde fra én kategori (baggrundskategorien), som skifter til lyde fra en anden kategori (forgrundskategorien). Forsøgslederen kan se barnet, men ikke høre dét, barnet hører, og forsøgslederen ved ikke, om hun udløser en *change trial* eller en *control trial*, hvor der ingen skift er fra baggrundstil forgrundskategorien. Barnets diskriminationsevne kan bl.a. måles ved at sammenregne korrekte svar (*headturn* ved *change trials*, og ingen *headturn* ved *control trials*, der som modstykke har henholdsvis de forkerte svar *miss* ved *change trials* og falsk alarm ved *control trials*). Et vigtigt aspekt af HT-forsøgene (ligesom alle andre forsøg, som baserer på *change/no change* metoder) er, at forgrunds- og baggrundskategorier modbalanceres (engelsk »counterbalance«). Når det fx undersøges, om børn kan høre forskel mellem *y* og *u*, så bliver 50% af børnene præsenteret for et skift fra *y* til *u*, mens de andre 50% af forsøgspersonerne hører et skift fra *u* til *y*. Dette er ikke blot en metodologisk nødvendighed, men har vist sig at være afgørende for opdagelsen af de perceptuelle asymmetrier, der omtales i sektion 3.

2. Spædbørns perception af sproglyde: Konsonanter

Tilbage til spørgsmålet om, hvordan børn klarer den altafgørende kategoriale perception af sproglyde. Næsten 40 års forskning i spædbørns perception af sproglyde har bidraget betydeligt til vores opfattelse af spædbørns perceptuelle evner, og hvordan de udvikles i samspil med deres sproglige omgivelser. Kun få andre forskningsområder har kunnet tegne et sådan detaljeret billede af samspillet mellem arv og miljø i det første leveår.

Indtil halvfjerdsere var den generelle opfattelse, at børn er født uden særlige evner, og at deres perceptuelle udvikling består af indlæring, således at de overvinder den »blooming, buzzing confusion«, som William James gjorde berømt. Tidsånden kommer klart til udtryk i en ellers skelsættende bog fra 1966 (med titlen »The Genesis of Language«), i hvilken Fry (1966, 198) konstaterede at »... The child begins by being insensible to differences among speech sounds ... A vital part of language learning in the early stages is the process by which he becomes sensitive to more and more differences among sounds ...«.

Dette udsagn er et fremragende eksempel på, hvor galt det kan gå, når man udtaler sig om udviklingen (mv.) uden evidens, for Fry havde kun sin egen fornemmelse og måske nogle uformelle iagttagelser at bygge sit syn på. Heldigvis lykkedes det ved hjælp af eksperimentelle metoder, der blev udviklet i pædiatrien, at undersøge nøjagtig de emner, Fry havde udtalt sig om, nemlig a) om nyfødte rent faktisk ikke er følsomme over for forskelle mellem sproglyde og b) hvordan deres perceptuelle evner udvikles gennem de første måneder af deres liv.

Siden begyndelsen af halvfjerdsere har flere forskerteam vist, at spædbørn helt ned til fire-uges-alderen opfatter sproglyde lige så kategoriale som voksne gør det: De behandler sproglyde fra samme lydkategori ens, og er kun følsomme over for lydforskelle på tværs af kategorier. Helt små børn kan skelne mellem en lang række lydforskelle, så som *p* og *b* (Eimas et al. 1971), de kan diskriminere mellem konsonanter med forskellig artikulationssted (fx *p*, *t*, *k* eller *b*, *d*, *g*; Eimas 1974, Morse 1972), *r* og *l* (Eimas 1975), nasale og orale lyde (fx *n* og *d*, eller *m* og *b*; Eimas & Miller 1980) og meget mere. Faktisk kan helt små børn skelne mellem næsten alle de kontraster, forskere kan finde på at teste, uanset om konsonanterne faktisk forekommer i de(t) sprog, børnene hører. Et af de mange spændende resultater fra den tidlige forskning i spædbørns perceptuelle evner er, at de på sin vis er mere kompetente end deres forældre. Werker & Tees (1984) undersøgte engelsktalende voksne og spædbørn (som voksede op i etsprogede engelsktalende familier) for deres diskriminationsevne over for en lydkontrast, som findes på hindi, men ikke på engelsk, nemlig et dentalt *t* (artikuleret med tungen mod bagsiden af fortænderne) og et retrofleks *t* (artikuleret med en bagoverbøjet tungespids). Spædbørn i 6-måneders-alderen kunne skelne lydforskellen lige så godt som en kontrolgruppe bestående af voksne, der

talte hindi som modersmål (L1), hvorimod de voksne engelsktalende ikke kunne høre forskellen.

Det faktum, at børn bliver født som verdensborgere, der kan skelne mellem sproglyde, som eksisterer i nogle af verdens sprog, men som børnene måske aldrig kommer i kontakt med, har givet anledning til to spørgsmål, der har beskæftiget forskere de seneste ca. 20 år: Hvornår indsnævres børnenes universelle perceptuelle evner til de sprogspecifikke evner, som voksne har? Går de generelle perceptionsevner, som spædbørn har, tabt, når vi bliver til sprogspecifikke lyttere af vores L1, eller kan disse evner genoplives, når vi senere i livet lærer et andet- eller tredje sprog (L2)? Begge spørgsmål har stor relevans for såvel teorier om sprogtilegnelse som for de praktiske forventninger, der kan stilles til voksnes sprogtilegnelsesevner (Werker 1989, Bohn 2000, 2005, flere kapitler i Bohn & Munro 2007).

Flere undersøgelser – af især Janet Werkers forskergruppe – har kortlagt, hvornår skiftet sker fra verdensborger til den sprogspecifikke lytter. For konsonanter er det omkring den 10. måned, at børn bliver næsten lige så dårlige som voksne til at diskriminere lyde, der ikke forekommer som fonemer i deres omgivende sprog (Werker & Tees 1984). Det er en dramatisk ændring i lydperception på meget kort tid, da ca. 90% af de undersøgte børn fra engelsktalende omgivelser i alderen på ca. 7 måneder kan diskriminere en konsonantkontrast som den i hindi (dentalt *t* mod retrofleks *ɖ*), mens kun ca. 20% af børn på ca. 11 måneder kan det samme. (Udviklingen i forhold til vokaler er en anden historie, som tages op i sektion 3.) Kort før slutningen af det første leveår har perceptionen af konsonanter udviklet sig sådan, at spædbørn ligner voksne i den forstand, at såvel børn som voksne opfatter konsonanter gennem det lydæssige filter, som deres L1 udgør: Perception af konsonanter, der ikke findes i L1, sker på grundlag af L1-lydsystemet, hvilket kan vanskeliggøre den korrekte identifikation og diskrimination af fremmede sproglyde (MacKain et al. 1981, Bohn & Flege 1990, Flege et al. 1997, Best et al. 2001). Der er dog en undtagelse: Hvis fremmede lyde er så forskellige fra kendte lyde, at de bliver opfattet som ikke-sproglige lyde, så falder de så at sige uden for modersmålets lydæssige filter (dvs. de undgår at blive perceptuelt assimileret til kendte lyde) og diskrimineres nemt af såvel ældre børn som voksne. Dette er tilfældet med klik-lyde, som findes i mange sydafrikanske sprog, og som ikke opfattes som sproglyde af lyttere, der mangler klik-lyde i deres L1 (Best et al. 1988).

Et vidtrækkende spørgsmål, som vedrører den videre udvikling ud over det første år, og som indgår mere generelt i spørgsmål omkring plasticiteten af vores perceptuelle evner, drejer sig om, hvorvidt udviklingen fra den universelle til den sprogspecifikke lydperception i anden halvdel af det første år enten er et udtryk for irreversible tab af perceptuelle evner (muligvis på grund af neurologiske forandringer), eller om denne udvikling »bare« er et udtryk for en perceptuel reorganisation som – i princippet – er reversibel, fx når sproglig erfaring med anderledes organiserede lydssystemer kræver

det i tilegnelsen af et L2. Efter en del diskussion (Werker 1994) har den psykolingvistiske forskning nu vist, at vores tidligere evner ikke er gået tabt, men at de kan genoplives afhængigt af en lang række faktorer, hvoriblandt indlæringsalder såvel som kvaliteten og kvantiteten af L2-sproglig input er de vigtigste. Således kan såvel perceptuel træning (Trapp & Bohn 2002; Sereno & Wang 2007) som flerårig sproglig erfaring med et L2 ændre de perceptionsmønstre, som vi har lært i tilegnelsen af vores L1 (MacKain et al. 1981, Bohn & Flege 1990, 1992; Flege et al. 1997).

3. Spædbørns perception af sproglyde: Vokaler

Den overfor skitserede udvikling i perception af konsonanter behøver ikke at være den samme for vokaler, for konsonanter og vokaler er på mange måder – artikulatorisk, akustisk og perceptuelt – meget forskellige. Blandt andet er vokaler altid stemte og af forholdsvis lang varighed, hvorimod konsonanter kan være ustemte, og de er for det meste ret korte. Det betyder, at intonation (som omfatter bl.a. sætningsmelodien) er koblet til vokaler. Hvis man tager i betragtning, at børnenes allerførste erfaring med sprog er intonation (børn stifter bekendtskab med deres mors intonation før de bliver født – Bijeljac-Babic et al. 1993, Mehler et al. 1988), så kunne man formode, at spædbørn er mere opmærksomme over for vokaler end konsonanter, hvilket kunne resultere i, at skiftet fra universel til sprogspecifik perception sker tidligere for vokaler end for konsonanter.

Det var denne hypotese, Polka & Werker (1994) afprøvede i en række eksperimenter, som undersøgte, hvornår spædbørnenes sproglige omgivelser begynder at påvirke deres vokalperception. Deres undersøgelse omfattede tre grupper børn af engelsktalende forældre i alderen af henholdsvis 4-5 måneder, 6-8 måneder, og 10-12 måneder, som blev undersøgt for deres diskrimination af to tyske vokalkontraster: [u]-[y]² som i tysk *Buhne-Bühne* (eller dansk *lun-lyn*) og [ʊ]-[ʏ] som i tysk *Butt-Bütt* (denne vokalkontrast findes ikke på dansk). I begge kontraster er der en vokal, som tysk og engelsk har til fælles ([u] og [ʊ]), og en vokal, som engelsk mangler ([y] og [ʏ]).³

2 De kantede parenteser »[« og »]« viser, at der er tale om sproglyde (i modsætning til bogstaver). De symboler, der bliver brugt her, er i overensstemmelse med det Internationale Fonetiske Alfabet (IPA).

3 I såvel Polka & Werkers (1994) som i vores senere forsøg (fx Polka & Bohn 1996, Bohn & Polka 2001) blev vokalerne altid præsenteret i naturligt producerede (i modsætning til syntetisk fremstillede) konsonant-vokal-konsonant stavelser. I vores forsøg udsætter vi derudover børn for naturlig variation i artikulation, således at såvel baggrund som forgrund begge bliver hver præsenteret i flere akustisk forskellige eksemplarer i hver kategori.

Som forventet viste det sig, at de lidt ældre børn (6-8 og 10-12 måneder gammel) allerede var påvirket af deres modersmål, således at kun 40% af børnene i aldersgruppen 6-8 måneder og kun 10% af de 10-12 måneder gamle børn var i stand til at diskriminere de fremmede vokalkontraster. Børnene i den yngste aldersgruppe (4-5 måneder) kunne imidlertid diskriminere begge tyske kontraster. Resultatet tyder på, at erfaring med modersmålets vokalsystem påvirker perceptionen af vokaler flere måneder før, perceptionen af konsonanter bliver påvirket af modersmålet.

Polka & Werker (1994) stødte desuden på et fænomen, der hidtil var næsten ukendt inden for forskning i spædbørns perception af sproglyde, og som senere gav anledning til flere undersøgelser – ikke kun om perception hos spædbørn (se nedenfor), men også hos voksne, hos tosprogede børn og voksne (Molnar & Polka 2004; Polka et al. 2005) og hos dyr (Sinnott et al. 2005), og som inspirerede til forskning i sproglige universalier (Schwartz et al. 2005). Polka & Werker (1994) opdagede, at det gjorde en væsentlig forskel for de 6-8 måneder gamle børn, om de blev præsenteret for et skift fra baggrundsllyden [u] til forgrundsllyden [y], eller om de hørte et skift fra [y] som baggrund til [u] som forgrund. På samme måde havde præsentation af enten [u] eller [y] som henholdsvis baggrund eller forgrund stor indflydelse på deres evne til at diskriminere [u]-[y] kontrasten. Denne perceptuelle asymmetri var endda stærkt udpræget, da 80% af børnene kunne diskriminere et skift fra [y] til [u], hvorimod kun 5% kunne diskriminere et skift fra [u] til [y]. For [u]-[y] kontrasten var de tilsvarende tal 60% for et skift fra [y] til [u] og 10% for et skift fra [u] til [y].

3.1 To hypoteser om perceptuelle asymmetrier i spædbørns vokaleperception

Den forklaring, Polka og Werker (1994) forsøgte at give, var inspireret af forskning i prototyper (Rosch & Mervis 1975), især af Kuhls undersøgelser af perception af intra-kategoriale lydforskelle hos spædbørn, voksne, og aber (Kuhl 1991, Kuhl et al. 1992). Kuhl opdagede, at gode eksemplarer af vokalkategorier fungerede som perceptuelle magneter på mindre gode eksemplarer, således at spædbørn og voksne var bedre til at diskriminere to mindre gode eksemplarer end at diskriminere et godt og et mindre godt eksemplar. Polka og Werkers forklaring gik ud på, at to af vokalerne i deres undersøgelse, nemlig [u] og [ʊ], også findes på engelsk, hvorimod de kontrasterende tyske vokaler [y] (i [u]-[y] kontrasten) og [ʏ] (i [ʊ]-[ʏ] kontrasten) ikke findes på engelsk. Spædbørn fra engelsktalende miljøer var imidlertid bekendte med [u] og [ʊ], som man fra et engelsk synspunkt kunne betegne som »gode« eller typiske eksemplarer, hvorimod [y] og [ʏ] var mindre gode, atypiske eksemplarer. I overensstemmelse med Kuhls resultater for den intrakategorielle perception argumenterede Polka & Werker (1994) for, at også perception på tværs af kategorier kan være påvirket af

magnet-effekten, således at præsentation af de kendte/»gode«/prototypiske vokaler [u] og [ʊ] som baggrundsvokaler gjorde skiftet til de ukendte forgrundsvokaler [y] og [ʏ] sværere end ved den omvendte præsentationsmåde, fra de ukendte vokaler [y] eller [ʏ] til de kendte/»gode«/prototypiske vokaler [u] eller [ʊ].

Afprøvning af denne hypotese – at vokaler, der er kendte fra de(t) omgivende sprog, virker som perceptuelle magneter på fremmede vokaler – var en af motivationerne for Polka & Bohn (1996), som var den første undersøgelse nogen sinde, som var anlagt i et fuldstændigt tværsprogligt design. Vi undersøgte diskrimination af to vokalkontraster, tysk [u]-[y] og engelsk [ɛ]-[æ] (som i engelsk *bet* og *bat*) hos børn af engelsktalende forældre (i Canada) og hos børn af tysktalende forældre (i Tyskland) i to aldersgrupper hver, 6-8 og 10-12 måneder gammel.⁴ For de canadiske børn er begge vokaler i [ɛ]-[æ] bekendte, hvilket ifølge Polka & Werkers (1994) hypotese ikke burde resultere i en perceptuel asymmetri. Eksperimentet med canadiske børns diskrimination af [u]-[y] var bl.a. anlagt som replikation af Polka & Werker (1994), blot med andre børn, andre eksemplarer af [u] og [y], og et nyt team af studentermedhjælpere. Hvad angik de tyske børn, så forventede vi ingen asymmetri for tysk [u]-[y], da begge vokaler forekommer på tysk. For engelsk [ɛ]-[æ] var vores forventning dog, at [ɛ] burde virke som magnet, fordi [ɛ] også findes på tysk (fx *Bett*), hvorimod engelsk [æ] ikke findes på tysk.

Resultaterne var på mange måder overraskende, med en enkel undtagelse: Vi kunne replicere Polka & Werkers (1994) resultat med canadiske børn, som igen var meget bedre til at diskriminere et skift fra [y] til [u] end et skift fra [u] til [y]. Men imod forventningerne observerede vi den samme asymmetri med tyske børn, selvom [u] og [y] begge er vokaler som forekommer i tysk og derfor – ifølge Polka & Werkers hypotese – ikke burde indgå i en perceptuel asymmetri. Endnu større blev vores overraskelse, da de tyske børn viste den stik modsatte asymmetri end den, vi forventede for engelsk [ɛ]-[æ]. Det var ikke sådan, at [ɛ], som tysk og engelsk har tilfælles, virkede som magnet, men såvel tyske som engelske børn viste en stærk udpræget asymmetri, således at et skift fra [æ] til [ɛ] var sværere at diskriminere end et skift fra [ɛ] til [æ].

Hvordan forklares disse meget robuste asymmetrier, som børn viste uafhængigt af deres omgivende sprog? Vores resultater falsificerede Polka & Werkers hypotese, at det er erfaring med vokaler, som afgør, om de agerer som perceptuelle magneter. I Polka & Bohn (1996) var det en fælles vokal, [u], der findes såvel på tysk som på engelsk, og den engelske vokal

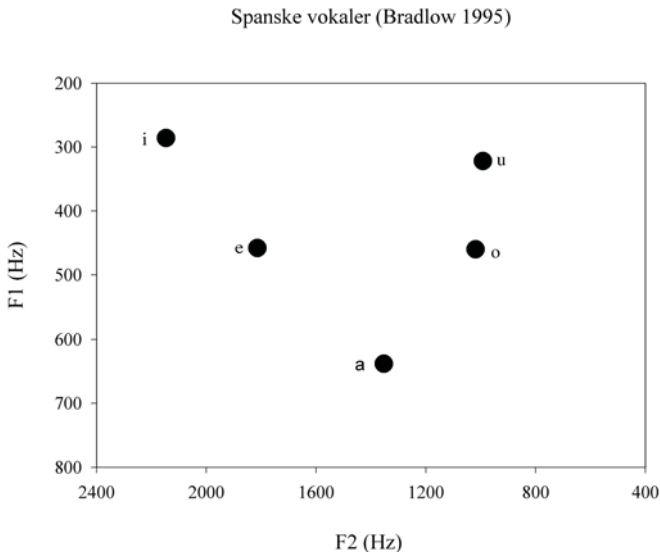
4 Grunden til, at vi undersøgte to aldersgrupper, var bl.a. en forventning om, at de ældre børn i hver sproggruppe ville være mindre gode til at diskriminere den fremmedsproglige vokalkontrast end de yngre børn (som i Polka & Werker 1994). Vi fandt dog ingen forskelle mellem aldersgrupperne.

[æ], som ikke findes på tysk, der fungerede som perceptuelle magneter for såvel tyske som canadiske børn. Den forklaring, vi fandt frem til, og som blev senere udarbejdet til den såkaldte *Natural Referent Vowel* hypotese (Polka & Bohn 2003, Bohn 2007), kræver en kort redegørelse for de væsentlige fysiske (akustiske og artikulatoriske) egenskaber ved vokaler.

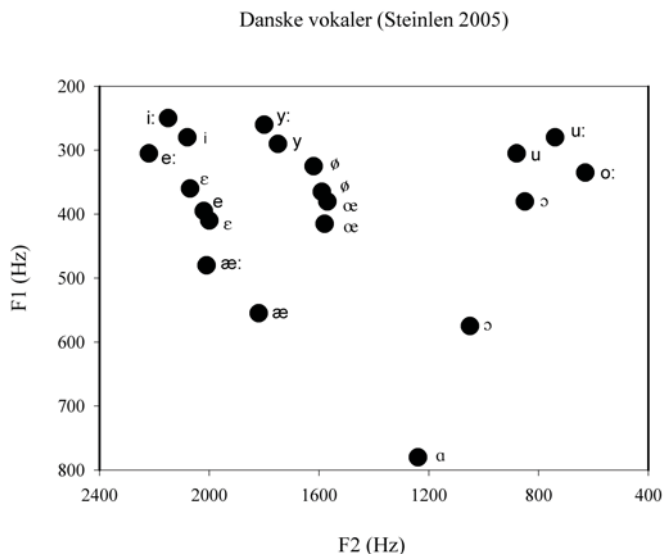
Alle vokaler i alle sprog kan beskrives i forhold til et todimensionalt vokalrum, der er fælles for alle mennesker. Ydergrænserne er på den ene side bestemt af den vokal, hvor tungen har den største afstand fra ganen, og hvor tungen er mest tilbagetrukket, nemlig [a]. Den første vokal i det danske ord *bamse* er ret tæt på den mest åbne vokal med den mest tilbagetrukne tunge, et menneske kan artikulere. På den anden side er vokalrummet afgrænset ved den vokal, hvor tungen er tættest på ganen (uden at det bliver til en konsonant så som [j]) og forrest i munden, og det er [i]. Den danske vokal i *bi* er tæt på den forreste og mest snævre vokal, som et menneske kan artikulere.

Vokalrummets to dimensioner er således åbningsgraden (åben-snæver) og tungens horisontale position (også betegnet som forstungevokaler og bagtungevokaler). Disse to artikulatoriske parametre svarer godt til to akustiske parametre, nemlig de første to resonanser i lydspektrummet, også kaldt den første formant (F1) og den anden formant (F2). F1 er det akustiske korrelat til åbningsgraden, og F2 er det akustiske korrelat til tungens horisontale position. Figur 1 viser, hvordan vokalerne i spansk og dansk, med henholdsvis 5 og mere end 20 vokaler, er placeret i det universelle vokalrum.

Figur 1: Placeringen af spanske og danske vokaler i vokalrummet.



Figur 1 (fortsat)

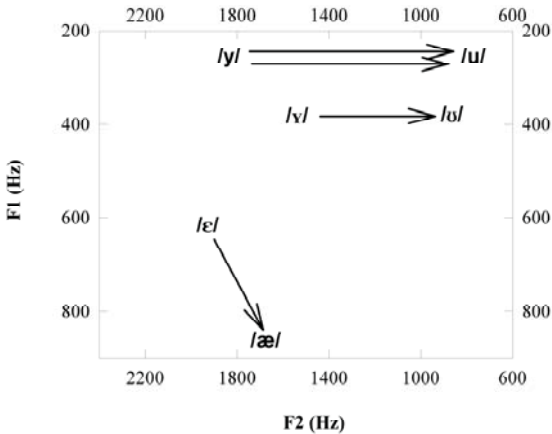


Vores overvejelser var styret af spørgsmålet om, hvad de perceptuelle magnetvokaler ([u] i Polka & Werker 1994 og Polka & Bohn 1996, [ʊ] i Polka & Werker 1994, og [æ] i Polka & Bohn 1996) har til fælles – i modsætning til de vokaler, der blev tiltrukket af magnetvokalerne, nemlig henholdsvis [y], [ʏ] og [ɛ]. Det er hverken vokallængden⁵ eller andre artikulatoriske/akustiske parametre som fortunge- eller bagtungevokal, rundet eller urundet mv., [u], [ʊ] og [æ] har til fælles i modsætning til [y], [ʏ] og [ɛ]. Det eneste, der adskiller de to sæt af vokaler, er deres relative placering i vokalrummet: Som figur 2 viser, er [u], [ʊ] og [æ] nærmere på kanten af vokalrummet (mere perifere) end de forholdsvis centrale vokaler [y], [ʏ] og [ɛ].

Hvad er det, der gør, at perifere vokaler virker som perceptuelle magneter på mere centrale vokaler? Inden vi begyndte at behandle dette spørgsmål, ville vi sikre, at vores iagttagelser vedrørende de perifere vokalers særlige stilling i perceptuelle asymmetrier byggede på et bredere datagrundlag. Forskningslitteraturen gav kun ganske få eksempler på perceptuelle asymmetrier i spædbørnenes vokalperception, men de beretninger, vi fandt, var i overensstemmelse med dem, vi selv havde observeret i vores forsøg. Således rapporterede Swoboda et al. (1978) og Desjardins & Trainor (1998),

5 I alle vores forsøg blev vokalerne digitalt behandlet, således at vokalerne i en kontrast (fx [ɛ]-[æ]) havde den samme længde. Dermed kunne diskrimination kun finde sted på grundlag af vokalkvaliteten.

Figur 2: Placeringen af vokaler fra Polka & Werker (1994) og Polka & Bohn (1996) i vokalrummet. Pilene peger i retning af den vokal, som virker som perceptuel magnet i hver kontrast.



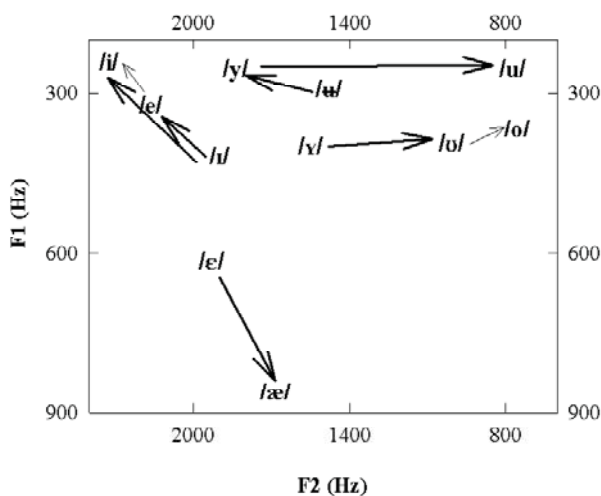
at spædbørn helt ned i en alder af to måneder var bedre til at diskriminere [i]-[ɪ] (som i engelsk *beat* og *bit*), når skiftet gik fra den mere centrale vokal [ɪ] til den mere perifere vokal [i], end når skiftet gik fra [i] til [ɪ], og Best et al. (1997) fandt, at børn på 3-5 måneder fra engelsktalende omgivelser var bedre til at skelne den norske kontrast [y]-[ʊ], når skiftet gik fra den mere centrale vokal [ʊ] til den mere perifere vokal [y] end omvendt.

Yderligere bekræftelser på vores iagttagelser kom fra vores egen forskning. Hovedmålet med eksperimenterne i Bohn & Polka (2001) var at finde ud af, hvilke akustiske træk (fx vokallængde) der var afgørende for tyske børns diskrimination af en række tyske vokalkontraster. Resultaterne fra nogle af disse vokalkontraster kunne også bruges til at svare på vores spørgsmål om perceptuelle asymmetrier. Tre kontraster var særligt spændende: [i]-[e] (som tysk *Tier-Teer*), [e]-[ɪ] (som i tysk *Sehne-Sinne*) og [i]-[ɪ] (som i tysk *biete-bitte*). Det spændende ved disse tre kontraster er, at de omfattede vokaler udgør en række fra den mest perifere [i] til den mest centrale [ɪ], således at den samme vokal, [e], er den mere perifere vokal i [e]-[ɪ] kontrasten, og den mere centrale vokal i [i]-[e] kontrasten. Det vil sige, at vi forventede, at [e] ville virke som perceptuel magnet på [ɪ] i [e]-[ɪ] kontrasten, men at den selv bliver tiltrukket af [i] i [i]-[e] kontrasten.

Alle asymmetrier i Bohn & Polka (2001) var i overensstemmelse med antagelsen, at det er den mere perifere vokal i en kontrast, der virker som magnet på den mindre perifere (mere centrale) vokal i en vokalkontrast.

Figur 3 sammenfatter vores resultater fra Bohn & Polka (2001) og de asymmetrier, der blev rapporteret i den tidligere forskning (se ovenfor), med pilene pegende i retning af den perceptuelle magnet i hver enkel kontrast. I alle tilfældene peger pilene ud mod periferien af vokalrummet. Dette gælder også de kontraster, der omfatter [e], som var magnet i [e]-[ɪ] kontrasten, men som blev tiltrukket af den endnu mere perifere vokal [i] i [i]-[e] kontrasten.

Figur 3: Asymmetrier i undersøgelser af spædbørns vokalperception (se tekst). Pilene peger i retning af den vokal, der virker som perceptuel magnet.



De asymmetrier, der er vist i figur 3, og som er blevet iagttaget i flere undersøgelser med børn fra forskellige sproglige omgivelser, peger på en meget robust og universal (dvs. uafhængig af børnenes sproglige omgivelser) perceptuel særstatus for de vokaler, der ligger tæt på periferien af vokalrummet, og som vi benævnte *Natural Referent Vowels*. I Polka & Bohn (2003) diskuterede vi flere spørgsmål, som disse asymmetrier giver anledning til. Spørgsmålene vedrører bl.a. asymmetriernes status i den videre udvikling (sektion 3.3) og de særlige egenskaber, der gør nogle vokaler til *Natural Referent Vowels* (sektion 3.4).

3.3 Udvikling

Hvad sker der med de perceptuelle asymmetrier i den videre udvikling? Umiddelbart kunne man antage, at asymmetrier ville være dysfunktionale, hvis begge vokaler forekommer i de(t) omgivende sprog. I overensstem-

melse med den antagelse opdagede vi også i nogle af de ovenfor nævnte undersøgelser, at asymmetrierne blev svagere, hvis børn hører begge vokaler i deres omgivende sprog. For eksempel var den perceptuelle asymmetri for den engelske vokalkontrast [ɛ]-[æ] mindre udpræget hos de 10-12 end hos de 6-8 måneder gamle canadiske børn, hvorimod de tyske børn i begge aldersgrupper viste den samme grad af asymmetri.

På baggrund af disse iagttagelser postulerede vi, at asymmetrier ville forsvinde, når/hvis de(t) omgivende sprog gør dem overflødige eller dysfunktionale. De ville derimod fortsat bestå som en slags *default setting*, når/hvis de sproglige omgivelser ikke giver anledning til at lære vokalerne. Denne hypotese blev afprøvet i Polka et al. (2005) med de tyske kontraster [u]-[y] og [ʊ]-[ʏ] (– de samme som i Polka & Werker 1994 –) i flere perceptionsundersøgelser med tre grupper voksne: En gruppe med tysk som L1, som vi ikke forventede ville vise perceptuelle asymmetrier, da begge kontraster findes på tysk, en anden gruppe med engelsk som L1, hvor vi forventede at kunne påvise perceptuelle asymmetrier for begge kontraster (ligesom børnene i Polka & Werker 1994), fordi ingen af kontrasterne findes på engelsk, og en tredje gruppe med kantonesisk som L1, som vi forventede ville vise en asymmetri i forhold til [ʊ]-[ʏ] men ikke for [u]-[y], da kantonesisk har en [u]-[y], men ingen [ʊ]-[ʏ] kontrast.

Resultaterne fra alle tre forsøgsgrupper var i overensstemmelse med vores forventninger, hvilket peger på, at voksne bibeholder de oprindelige perceptuelle anlæg, som giver særstatus til *Natural Reference Vowels* medmindre deres L1 giver anledning til at tilsidesætte denne default. Yderligere bekræftelse af denne antagelse kom fra et perceptuelt træningsstudie, hvor voksne med kantonesisk som L1 blev trænet til at skelne mellem tysk [ʊ] og [y]: Efter vellykket træning forsvandt den asymmetri, som lytterne viste, før de stiftede bekendtskab med den nye kontrast [ʊ]-[y].

Det første danske forskningsprojekt om spædbørns lydperception (Bohn 2007, Bohn & Polka 2008) havde blandt andet som formål at se nærmere på asymmetriernes udvikling gennem de sidste seks måneder af det første leveår. Vi undersøgte bl.a. diskrimination af de danske kontraster [e]-[ɛ] og [e]-[ø] (som i de danske ord *mele*–*mæle* og *se*–*sø*) og den engelske kontrast [ɒ]-[ʌ] (som ikke findes på dansk, men i engelske ord som *hot*–*hut* med sydengelsk udtale). Vi forventede, at hvis børnene viste perceptuelle asymmetrier, så ville de findes hos de yngste børn ved de danske kontraster [e]-[ɛ] og [e]-[ø], men at ældre spædbørn ville enten ikke eller i mindre grad vise asymmetrier. For den engelske kontrast forventede vi en asymmetri for alle børn uanset alder.

Med en spændende undtagelse blev forventningerne indfriet: For børn i alderen fra 6,5 til 11,7 måneder fandt vi en forventet perceptuel asymmetri for den engelske kontrast, således at et skift fra den centrale vokal [ʌ] (som i *hut*) til den åbne bagtungevokal [ɒ] (som i *hot*) var nemmere at skelne end et skift i den modsatte retning. Dette resultat er i overensstemmelse med den

antagelse, at *Natural Referent Vowels* forbliver perceptuelle magneter, hvis de(t) omgivende sprog ikke giver erfaring med vokalerne, som i tilfældet med den engelske (ikke-danske) [ɒ]-[ʌ] kontrast.

Med den danske [e]-[ɛ] kontrast gik det også som forventet: Helt små børn i alderen fra 6,3 til 9,8 måneder viste en perceptuel asymmetri, således at et skift fra den mindre perifere vokal [ɛ] til den mere perifere vokal [e] var nemmere for dem at diskriminere end et skift i den modsatte retning. Hos de ældre børn i alderen fra 10-12 måneder fandt vi dog ingen asymmetri, hvilket er i overensstemmelse med den antagelse, at erfaring med vokallyde overflødig gør en særstatus for *Natural Referent Vowels*.

De danske spædbørns diskrimination af den danske [e]-[ø] kontrast bød imidlertid på en overraskelse. Ganske som forventet viste kun de yngre børn (mellem 6,0 og 7,5 måneder) en perceptuel asymmetri, hvorimod børn i alderen mellem 8,5 og 11,3 måneder ikke gjorde det. Det bemærkelsesværdige ved [e]-[ø] kontrasten var, at asymmetrien var i den »forkerte« retning. I overensstemmelse med alle andre tidligere observerede asymmetrier havde vi forventet, at et skift fra den mere perifere vokal [e] til den mere centrale vokal [ø] ville være sværere at skelne end et skift i retning [ø] til [e]. Vi arbejder stadigvæk på en forklaring på denne undtagelse, som højst sandsynlig vil tage højde for, at [e]-[ø] er den eneste blandt alle hidtil undersøgte kontraster, der ikke er velbeskrevet, hvis man alene tager de to parametre åbningsgrad og tungens horisontale position (eller F1 og F2) i betragtning.⁶

På trods af dette uventede delresultat kan vi konstatere, at forsøgene med de danske spædbørn, såvel som de kantonesiske, engelske og tyske voksne, klart tyder på, at perceptuelle asymmetrier kun findes, når/hvis lytterne mangler erfaring med specifikke vokaler. Denne perceptuelle *default* bliver tilsidesat, når den specifikke sproglige erfaring er til stede.

3.4 Funktion og særlige egenskaber af NATURAL REFERENT VOWELS

Når et perceptuelt fænomen ser ud at være en default, som spædbørn er udstyret med, og som også voksne viser, medmindre de har haft erfaring med specifikke vokaler, så må fænomenet have en funktion i sprogtilegnelsen, og så må relativt perifere vokaler (*Natural Referent Vowels*) have nogle egenskaber som forklarer deres særstatus i perception. Vi kan ikke varte op med fyldestgørende forklaringer for begge emner, men vi har peget på områder, hvor svarene på funktionen og særlige egenskaber af

6 Grunden er, at den afgørende artikulatoriske forskel mellem [e] og [ø] er læbernes position (urundet for [e], rundet for [ø]), hvilket har akustiske konsekvenser for en parameter (F3) som ikke er med i simplificerende modeller af vokalrummet som i figur 1 mv.

Natural Referent Vowels muligvis kan findes (Polka & Bohn 2003, Polka et al. 2005).

For det første er det påfaldende, at det særlige register, som voksne benytter, når de taler med spædbørn (*Infant Directed Speech* – IDS), er kendetegnet ved, at vokalerne er mere perifere i det akustiske vokalrum, end de er i samtaler med andre voksne (*Adult Directed Speech* – ADS), hvilket gør vokalerne mere distinkte i IDS end i ADS (Kuhl et al. 1997, Burnham et al. 2002). Voksne benytter de mere distinkte perifere vokaler til at fange spædbørnenes opmærksomhed (Chong et al. 2003), hvilket skaber en stabil ramme (med vokalrummets yderpunkter tydeligt markeret) for spædbørnene, som i løbet af deres første år skal finde ud af at strukturere det universale vokalrum i overensstemmelse med de(t) omgivendes sprog vokalesystem(er) (se figur 1). Hvorvidt børnenes præferencer for *Natural Referent Vowels* er medfødt, eller om børn lærer at foretrække dem bl.a. på grund af IDS, eller om det er samspillet mellem medfødte præferencer og omgivelsernes påvirkning af spædbørn, er endnu uafklaret, men planlagte undersøgelser om nyfødtes lyttepræferencer vil muligvis kunne give et svar på dette spørgsmål.

To andre relaterede spørgsmål i nærværende sammenhæng er, hvordan en lytter ved, at en vokal er akustisk og artikulatorisk mere perifer end en anden vokal, og hvad de særlige akustiske egenskaber er, som gør *Natural Referent Vowels* så attraktive. Meget kort sagt er der en sammenhæng mellem, hvor perifer en vokal er, og hvor tæt formanterne ligger på hinanden. Jo mere perifer, des tættere er enten F1 og F2 eller F2 og F3 på hinanden. Denne konvergens af formanter kan også betegnes som fokalisering, som Schwartz et al. (1997, 2005) formoder, resulterer i en øget perceptuel værdi, på samme måde som Brown & Lennebergs (1954) fokale farver er nemmere at diskriminere, fordi de er mere prægnante end mere afdæmpede farver.

4. Afsluttende bemærkninger

Dette korte overblik over udvalgte aspekter af spædbørns perception af sproglyde tyder på, at børn er født med nogle ret sofistikerede perceptuelle evner, der sætter dem i stand til at tilegne sig sprog. Gennem de sidste seks måneder af deres første leveår finder børn ud af, at nogle af de specifikke evner, såsom evnen til at diskriminere dentale og retroflekse konsonanter, eller perceptuelle præferencer for perifere vokaler generelt, ikke er lige dem, der er afgørende for tilegnelsen af de(t) sprog, der tales i deres omgivelser. Heldigvis er det dog ikke sådan, at medfødte universale evner går tabt i løbet af den tidlige sprogudvikling. Hvis voksne har behov for det, så kan de – mere eller mindre hurtigt – genoplive de evner, de har haft som spædbørn.

REFERENCER

- BEST, C.T., MCROBERTS, G.W. & GOODELL, E. (2001): Discrimination of non-native consonant contrasts varying in perceptual assimilation to the listener's native phonological system. *Journal of the Acoustical Society of America* 109, 775-794.
- BEST, C.T., MCROBERTS, G.W. & SITHOLE, N.M. (1988): Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 14, 345-360.
- BEST, C.T., SINGH, L., BOUCHARD, J., CONELLY, G., COOK, A. & FABER, A. (1997): Developmental changes in infants' discrimination of non-native vowels that assimilate to two native categories. Poster presented at Meeting of the Society of Research in Child Development 3.-6.4.1997.
- BIJELJAC-BABIC, R., BERTONCINI, J. & MEHLER, J. (1993): How do 4-day-old infants categorize multisyllabic utterances? *Developmental Psychology* 29, 711-721.
- BOHN, O.-S. (2000): Linguistic relativity in speech perception: An overview of the influence of language experience on the perception of speech sounds from infancy to adulthood. I: Niemeier, S. & Dirven, R., red., *Evidence for Linguistic Relativity*. Amsterdam and Philadelphia: J. Benjamins, 1-28.
- BOHN, O.-S. (2005): A fond farewell to the Critical Period Hypothesis for non-primary language acquisition. I: Saleemi, A., Bohn, O.-S. & Gjedde, A., red. *In search of a language for the mind-brain: Can multiple perspectives be unified?* Aarhus University Press, 285-310.
- BOHN, O.-S. (2007): Exploring the Natural Referent Vowel hypothesis in infant perception experiments. *Journal of the Acoustical Society of America* 121, 3187.
- BOHN, O.-S. & MUNRO, M.J., red., (2007): *Language experience in second language speech learning: In honor of James Emil Flege*. Amsterdam & Philadelphia: John Benjamins.
- BOHN, O.-S., & POLKA, L. (2001): Target spectral, dynamic spectral, and duration cues in infant perception of German vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 110, 504-515.
- BOHN, O.-S., & POLKA, L. (2008): Maintainance vs. »loss« of the perceptual bias favoring natural reference vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 123, 3879.
- BRADLOW, A.R. (1995): A comparative acoustic study of English and Spanish vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 97, 1916-1924.
- BROWN, R.W. & LENNEBERG, E.H. (1954): A study in language and cognition. *Journal of Abnormal and Social Psychology* 49, 454-462.
- BURNHAM, D.K., KITAMURA, C. & VOLLMER-CONNA, U. (2002): What's new, Pussycat? On talking to babies and animals. *Science* 296, 1435.
- CHONG, S.C.F., WERKER, J.F., RUSSELL, J.A. & CAROLL, J.M. (2003): Three facial expressions mothers direct to their infants. *Infant and Child Development* 12, 211-232.
- DESJARDINS, R., & TRAINOR, L.J. (1998): Fundamental frequency influences vowel discrimination in 6-month-old infants. *Canadian Acoustics* 26, 96-97.
- EIMAS, P.D. (1974): Auditory and linguistic processing of cues for place of articulation by infants. *Perception & Psychophysics* 16, 513-521.
- EIMAS, P.D. (1975): Auditory and phonetic coding of the cues for speech: Discrimination of the [r-l] distinction by young infants. *Perception & Psychophysics* 18, 341-347.
- EIMAS, P. D. & MILLER, J. L. (1980): Discrimination of information for manner of articulation. *Infant Behavior and Development* 3, 367-375.

- EIMAS, P. D., SIQUELAND, E. R., JUSCZYK, P. & VIGORITO, J. (1971): Speech perception in infants. *Science* 171, 303-306.
- FLEGE, J. E., BOHN, O.-S. & JANG, S. (1997): The production and perception of English vowels by native speakers of German, Korean, Mandarin, and Spanish. *Journal of Phonetics* 25, 437-470.
- FRY, D.B. (1966): The development of the phonological system in the normal and deaf child. I: Smith, F. & Miller, G. A., red., *The genesis of language: A psycholinguistic approach*. Cambridge, MA: MIT Press, 187-216.
- KUHL, P.K. (1991): Human adults and human infants show a "Perceptual Magnet Effect« for the prototypes of speech categories: Monkeys do not. *Perception & Psychophysics* 50, 93-107.
- KUHL, P.K., ANDRUSKI, J.E., CHISTOVICH, I.A., CHISTOVICH, L.A., KOZHEVNIKOVA, E.V., RYSKINA, V.L., STOLYAROVA, E.I., SUNDBERG, U. & LACERDA, F. (1997): Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science* 277, 684-686.
- KUHL, P.K., WILLIAMS, K.A., LACERDA, F., STEVENS, K.N. & LINDBLOM, B. (1992): Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science* 255, 606-608.
- MACKAIN, K.S., BEST, C.T. & STRANGE, W. (1981): Categorical perception of English /r/ and /l/ by Japanese bilinguals. *Applied Psycholinguistics* 2, 369-390.
- MANN, V. A. & LIBERMAN, A. M. (1983): Some differences between phonetic and auditory modes of perception. *Cognition* 14, 211-235.
- MEHLER, J., JUSCZYK, W., LAMBERTZ, G., HALSTED, N., BERTONCINI, J., & AMIEL-TISON, C. (1988): A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition* 29, 143-178.
- MOLNAR, M. & POLKA, L. (2004): Preference patterns in infant vowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America* 115, 2672.
- MORSE, P.A. (1972): The discrimination of speech and nonspeech stimuli in early infancy. *Journal of Experimental Child Psychology* 14, 477-492.
- PISONI, D.B. (1973): Auditory and phonetic memory codes in the perception of consonants and vowels. *Perception & Psychophysics* 13, 253-260.
- POLKA, L. & BOHN, O.-S. (1996): A cross-language comparison of vowel perception in English-learning and German-learning infants. *Journal of the Acoustical Society of America* 100, 577-592.
- POLKA, L. & BOHN, O.-S. (2003): Asymmetries in vowel perception. *Speech Communication* 41, 221-231.
- POLKA, L., BOHN, O.-S. & MOLNAR, M. (2005): Natural referent vowels guide the development of vowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America* 117, 2398.
- POLKA, L., JUSCZYK, P.W. & RVACHEW, S. (1995): Methods for studying speech perception in infants and children. I: Strange, W., red., *Speech perception and linguistic experience: Theoretical and methodological issues*. Timonium, MD: York Press, 49-89.
- POLKA, L. & WERKER, J.F. (1994): Developmental changes in the perception of non-native vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 20, 421-435.
- ROSCH, E., & MERVIS, C.B. (1975): Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology* 7, 573-605
- SCHWARTZ, J.-L., BOE, L.-J., VALÉE, N. & ABRY, C. (1997): Major trends in vowel system inventories. *Journal of Phonetics* 25, 233-253.
- SCHWARTZ, J.-L., ABRY, C., BOE, L.-J., MÉNARD, L. & VALÉE, N. (2005): Asymmetries in vowel perception, in the context of the Dispersion-Focalisation Theory. *Speech Communication* 45, 425-434.

- SINNOTT, J.M., LONG, L.A. & ERNST, A.C. (2005): Perception of “asymmetrical« German vowels by humans, monkeys, and gerbils. *Journal of the Acoustical Society of America* 117, 2571.
- STEINLEN, A.K. (2005): *The influence of consonants on native and non-native vowel perception*. Tübingen: G. Narr.
- STUDDERT-KENNEDY, M., SHANKWEILER, D., & PISONI, D. (1972): Auditory and phonetic processes in speech perception: Evidence from a dichotic study. *Cognitive Psychology* 3, 455-466.
- SWOBODA, P.J., KASS, J., MORSE, P.A. & LEAVITT, L.A. (1978): Memory factors in infant vowel discrimination of normal and at-risk infants. *Child Development* 49, 332-339.
- TRAPP, N.L. & BOHN, O.-S. (2002): Training Danish listeners to identify English word-final /s/ and /z/: Generalization of training and its effect on production accuracy. I: James, A. & Leather, J., red., *New Sounds 2000: Proceedings of the Fourth International Symposium on the Acquisition of Second-Language Speech*. University of Klagenfurt, 343-350.
- WERKER, J.F. (1989): Becoming a native listener. *American Scientist* 77, 54-59.
- WERKER, J. (1994): Cross-language speech perception: Developmental change does not involve loss. I: Goodman, J. C. & Nusbaum, H. C., red., *The development of speech perception: The transition from speech sounds to spoken words*. Cambridge, MA: MIT Press 93-120.
- WERKER, J.F. & TEES, R.C. (1984): Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development* 7, 49-63.
- WERKER, J.F. & Tees, R.C. (1999): Influences on infant speech processing: Toward a new synthesis. *Annual Review of Psychology* 50, 509-535.
- WHALEN, D.H. & LIBERMAN, A.M. (1987): Speech perception takes precedence over nonspeech perception. *Science* 237, 169-171.