

Perceptual Magnet Model

Hawkins, S. (1999)

Kuhl, P., Iverson P. (1995)

Patricia K. Kuhl et al. (2008)

Von Anna Staudenmeir

Wintersemester 2018/19

Laboratory Phonology

Prof. Dr. Jonathan Harrington

Gliederung des Vortrags

1. Bezug zum Thema letzter Woche
2. These & Forschungsfrage von P. Kuhl
3. Das PMM Perceptual Magnet Model
 1. Studie 1 (Der PM Effekt)
 2. Studie 2 (cross language study)
 3. Studie 3 (Motherese)
 4. Studie 4 (3 Experimente zum PM Effekt)
4. Das NLM (Natural Language Magnet Modell)
 1. Studie zur Beziehung zwischen sozialer Interaktion und Spracherwerb
 2. Das ERP Experiment
5. Zusammenfassung
6. Vorhersagen



Bezug zum Thema letzter Woche

- Kleinkinder im Alter von 6 Monaten (KK-6) können generell unabhängig von der Sprache zwischen Sprachlauten differenzieren
 - » ABER
- ab ca. KK-14 (Kleinkinder im Alter von 14 Monaten) geht diese Fähigkeit verloren, sodass Kinder kaum mehr in der Lage sind, zwischen Sprachlauten zu differenzieren, die in ihrer Sprache nicht vorkommen

These von Patricia Kuhl

*„Die Erfahrung mit der Sprache verändert,
Sprachperzeption verarbeitet wird“*

→ Spracherfahrung verändert die
Perzeptionsmechanismen des Menschen



- Als Babys können wir sehr gut zwischen Lauten der Sprachen der Welt differenzieren (citizen of the world)
- Als Erwachsene nimmt diese Differenzierbarkeit sehr ab (culture bound)

Forschungsfrage

Entwickeln wir uns von einem „language general listener“ zu einem „language specific listener“ ?



Welcher Mechanismus unterliegt diesem
Phänomen?

Das Perceptual Magnet Modell

Ab dem Zeitpunkt des Kontakts zu einer bestimmten Sprache (L1)

- Verzerrung der Abstände zwischen den wahrgenommenen Lauten
- Verzerrung unserer Perzeption

- Diese Theorie hilft eine sehr alte Fragestellung in der Linguistik zu lösen:

warum nehmen Erwachsene unterschiedlicher Sprachen Sprachlaute unterschiedlich wahr ?

Bzw. WARUM können die Einen 2 Sprachlaute differenzieren und die Anderen nicht ?

Wie verzerrt sich unsere Perzeption?

Mit steigender Spracherfahrung wird es schwieriger zwischen 2 **prototypischen Lauten** (P) im Vergleich zu 2 **nicht-prototypischen Lauten** (NP) zu differenzieren

Prototyp einer Lautkategorie

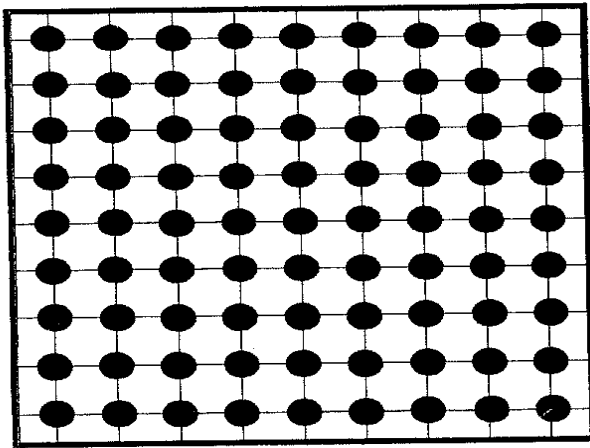
- Ein guter Vertreter einer Kategorie (Rosch 1975)
- Die meisten Ähnlichkeiten zu den anderen Mitgliedern der Kategorie
- „typisch“ für die Kategorie (vgl. Kategorie Vogel: Adler)
- P für /i/: das wäre etwas ähnliches wie der Mittelwert aller wahrgenommenen /i/- Vokale

Nicht-Prototyp einer Lautkategorie

- Ein schlechter Vertreter einer Kategorie (Rosch)
- „untypisch“ für die Kategorie (vgl. Kategorie Vogel: Pinguin)
- NP: das wäre dann eine Produktion, die ziemlich am Rande der /i/- Verteilung ist

Perceptual Magnet Effect

Psychoacoustic space
with no phonetic category:
no magnet effect

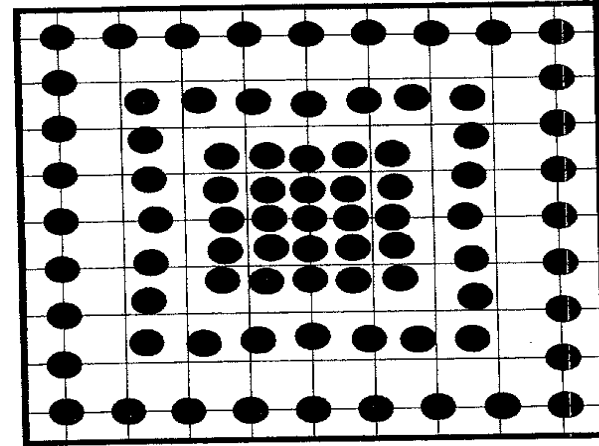


Perzeptueller Raum ohne Magnet Effekt

Hörer hat keine phonetische Kategorie in dieser auditorischen Region

Jeder Punkt repräsentiert einen Stimulus

Psychoacoustic space
with a phonetic category:
perceptual magnet effect



Perzeptueller Raum mit Magnet Effekt

Hörer hat für diesen Laut eine phonetische Kategorie

-> P = Stimuli in der Mitte zieht umliegende Laute an sich

Stimuli außen: NP's = näher an der Kategoriengrenze

Perceptual Magnet Effect

- Der Prototyp zieht umliegende Laute an/zusich heran und macht sie schwerer differenzierbar (--> Magnet)
- Non-prototypes zu differenzieren ist dann einfacher
 - > Sie richten sich an den Rändern der Kategorie aus
 - > Sie unterliegen dem Anziehungseffekt nicht

Studie 1 zum PM-Effekt

- Stimuli der **Kategorie /i/** synthetisiert
- Sprecher des general american dialect
- Kontinuum: **Die Formantfrequenzen** von F1 und F2 wurden in kleinen Schritten abgeändert
→ **32 Varianten** von /i/
(F3, F4 und F5 blieben konstant)
- Stimuli in den selben Abständen vom P und NP Vokal

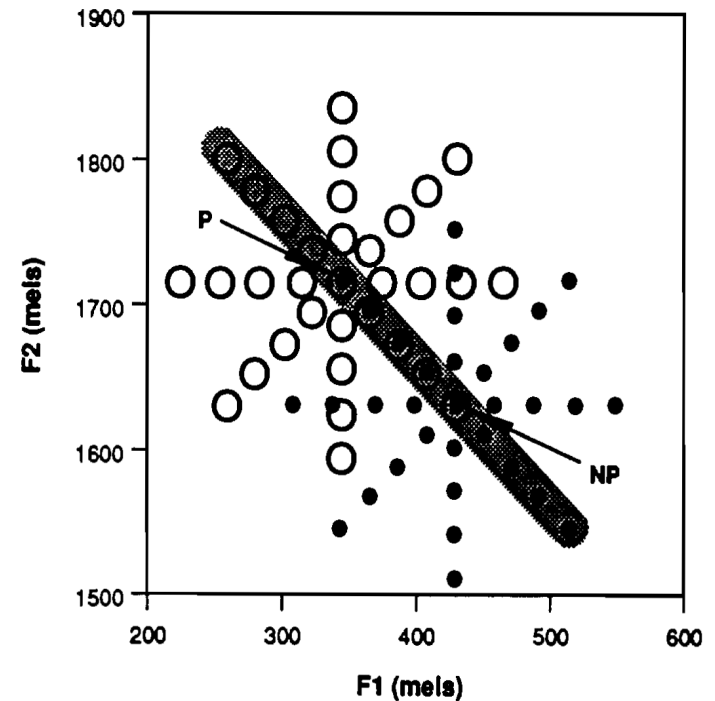


Figure 2. The prototype /i/ (P) and its 32 variants (open circles) and the nonprototype /ɪ/ (NP) and its 32 variants (closed circles). The shaded area shows stimuli used in Iverson and Kuhl (1995).

Studie 1 zum PM-Effekt

- Testphase:
 - Erwachsene und KK-6
 - Unterschiede zwischen P und seinen Varianten
 - Unterschiede zwischen NP und seinen Varianten
 - Verfahren: siehe letzte Stunde: Werker
 - Erwachsene: Knopf drücken wenn Unterschied hörbar
 - Babys: Kopf drehen bei Unterschied -> Spielzeughase erscheint
- Vermutungen:
 - Magnet Effekt bezweckt dass P ähnlicher als seine Varianten klingt als der NP, obwohl die akustische Distanz dieselbe ist
 - Man benötigt einen größeren Abstand zwischen P-Variante zum Prototypen, um sie zu unterscheiden als bei den nicht-Prototypen

Ergebnis der Studie 1

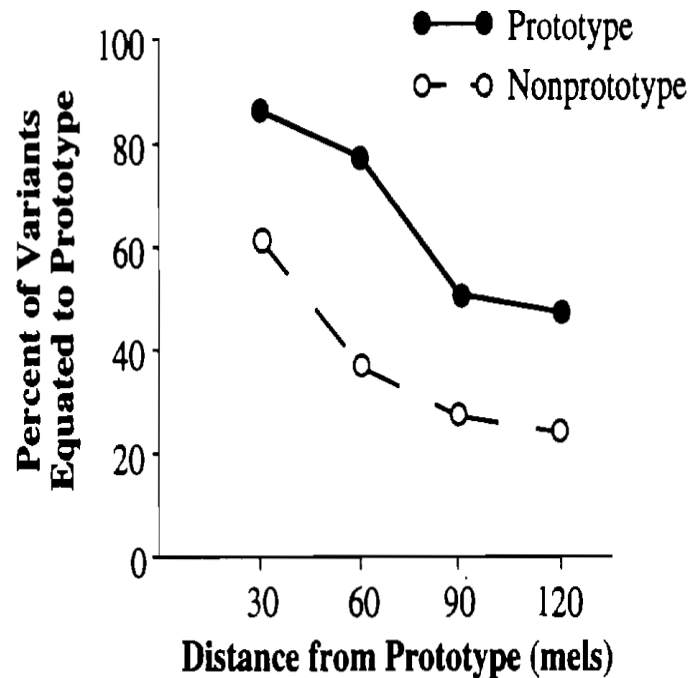


Figure 3. Results showing that the prototype is equated to its variants more often than is the case for the nonprototype, and thus, that it exhibits a stronger perceptual magnet effect.

- Weder Erwachsene noch KK-6 können gut zwischen 2 prototypischen Stimuli für die Kategorie /i/ in AE diskriminieren
- → bessere Diskriminierung für 2 NP-Stimuli
- → Erwachsene und KK-6 zeigten PM-Effekt
- → Prototypen funktionieren als **perzeptuelle Magnete** für andere Laute ihrer phonetischen Kategorie (ATTRACTOR-Effekt auf umliegende Laute)

Weiterführende Forschungsfrage

*Inwieweit ist der PM-Effekt von der
Spracherfahrung abhängig?*

Studie 2 PM-Effekt

- Cross Language Study
- KK-6 schwedische
- /amerikanische Muttersprache
- Prototyp. Stimuli beider Sprachen

- P schwedisch:
 - vorderer gerundeter /y/
 - (nicht in AE vorhanden)
 - P englisch: ungerundeter /i/
 - (nicht identisch zu schwedischem /i/)

- Für schwedische Erwachsene hört sich AE /i/ an wie ein schlechtes Beispiel für das schwedische /e/
- Wenn Magnet Effekt nur auf die Muttersprache zutrifft -> von Spracherfahrung abhängig

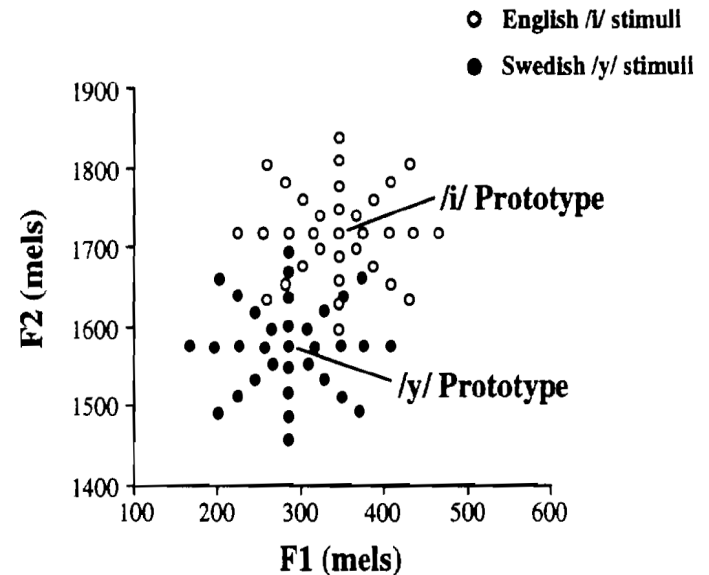


Figure 4. Two vowel prototypes, American English /i/ and Swedish /y/, each with 32 vowel variants, used in a cross-language study on 6-month-old infants in the United States and Sweden.

Ergebnisse Studie 2

- AE-Babys zeigten signifikant hohen PM Effekt für AE /i/
- Behandeln /i/ öfter als identisch als /y/



Symmetrische Ergebnisse

- Schwedische Babys zeigten signifikant hohen PM Effekt für Schwedisch /y/
- Behandeln /y/ öfter als identisch als /i/

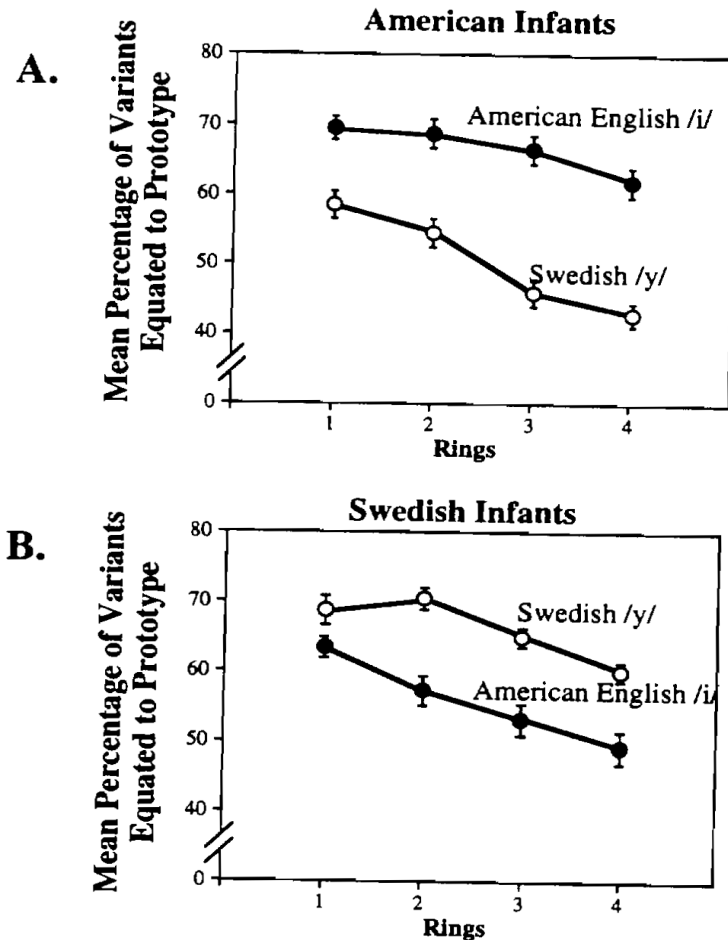


Figure 5. Results on American (A) and Swedish (B) 6-month-old infants tested on two vowel prototypes, American English /i/ and Swedish /y/. Infants from both countries equated variants to their native-language vowel prototype more often than for the foreign-language vowel prototype, producing a stronger magnet effect for their native-language sound.

Ergebnisse Studie 2

- → S C H L U S S F O L G E R U N G
 - die **Erfahrung** mit einer bestimmten Sprache, zeigt eine **signifikante Interaktion mit der Wahrnehmung** (auch schon vor Spracherwerb)
 - Babys hören **schlechter Unterschiede zwischen prototypischen Lauten** ihrer Muttersprache und hören Unterschiede besser wenn es nicht ihre Sprache ist
 - **sogar bei KK-6** verursacht die Erfahrung mit der Sprache einen Magnet-Effekt

Studie 3 zu Motherese

Motherese:

- Die Sprache in der der „caregiver“ mit Kindern sprechen
- Einzigartige prosodische Charakteristika
- Höhere f_0
- Langsameres Tempo
- Übertriebene Intonation
- Viele verlängerte Vokale (übertriebene Merkmale)



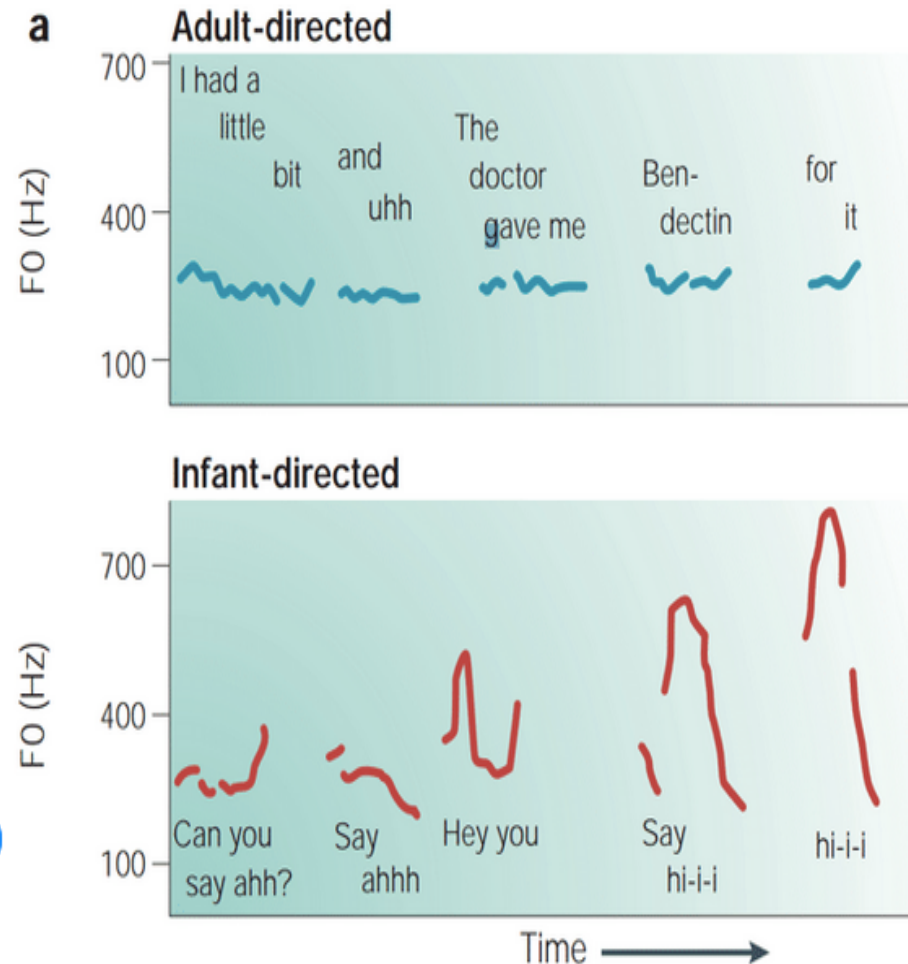
Behauptung:

>> Motherese Vokale sind bessere Vertreter ihrer Kategorie als Vokale, die in der „Erwachsenen Sprache“ benutzt werden <<

>> Kinder, die viel Motherese ausgesetzt waren, können später Laute besser diskriminieren <<

Studie 3 zu Motherese

- 32 Frauen aufgenommen, die zu ihren KK-2 sprachen
- Anweisung: „bead“ „keys“ & „sheep“ benutzen
- Extrahieren von Vokalen
- Erwachsene bewerten diese & normal gesprochene Stimuli auf einer 1-7 Skala
 - 1: schlechtes Exemplar für /i/ (NP)
 - 7: gutes Exemplar für /i/ (P)



Ergebnisse zu Studie 3

A.

- Motherese Vokale werden als bessere Vertreter für das /i/ befunden
- Motherese längt die Vokale
- (bead = 3 mal länger als normal)
- Allgemein wurden gelängte Vokale als bessere Vertreter empfunden

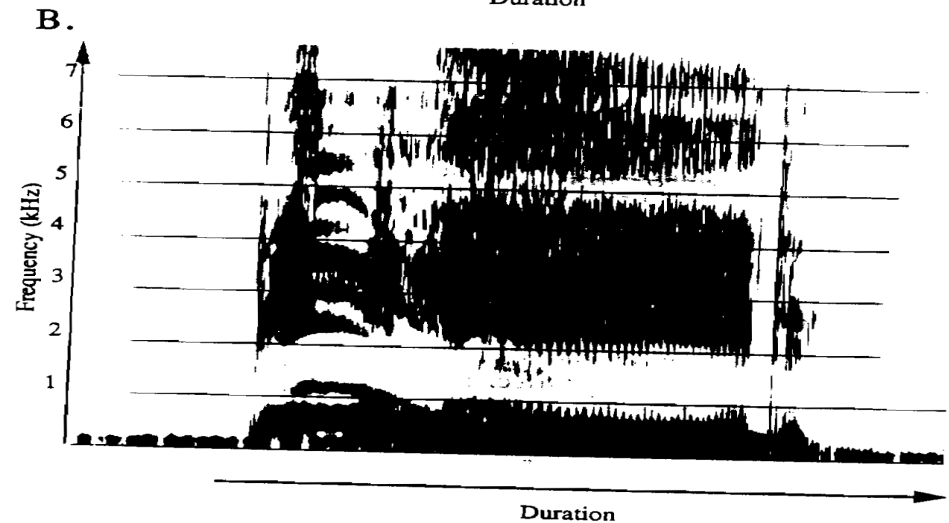
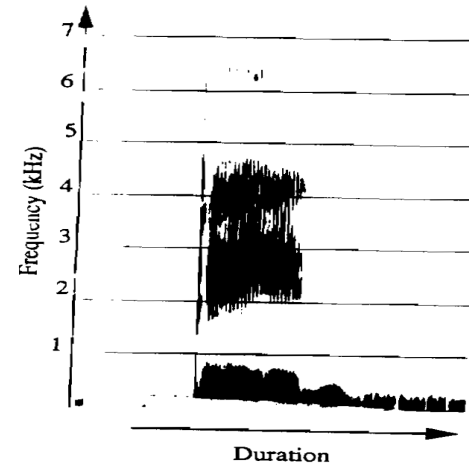


Figure 6. Spectrograms of the word "bead" spoken by the same woman when addressing an adult (A) and her 2-month-old infant (B). The vowel portion of the infant-directed utterance is over three times longer than the comparable portion of the adult-directed utterance, and is rated as a better instance of the /i/ vowel category.

Ergebnisse zu Studie 3

- → S C H L U S S F O L G E R U N G
 - Für Kinder ist es einfacher, sich auf die Motherese Vokale zu fokussieren als auf Andere
 - Gelängte Vokale aus der Motherese sind wichtiger Bestandteil bzw. tragen zur Sprachentwicklung bei
 - Kuhl:
„it may tutor Infants on the sound patterns of their native language“

Studie 4 zu PM-Effekt

- Experiment 1: Einschätzung
- VPN schätzen für ein Kontinuum zwischen /he/ und /hay/ pro Stimulus ein, wie prototypisch er für /i/ ist
- „goodness – rating“
- = links von Kuhl's P und NP wurde besser bewertet als rechts

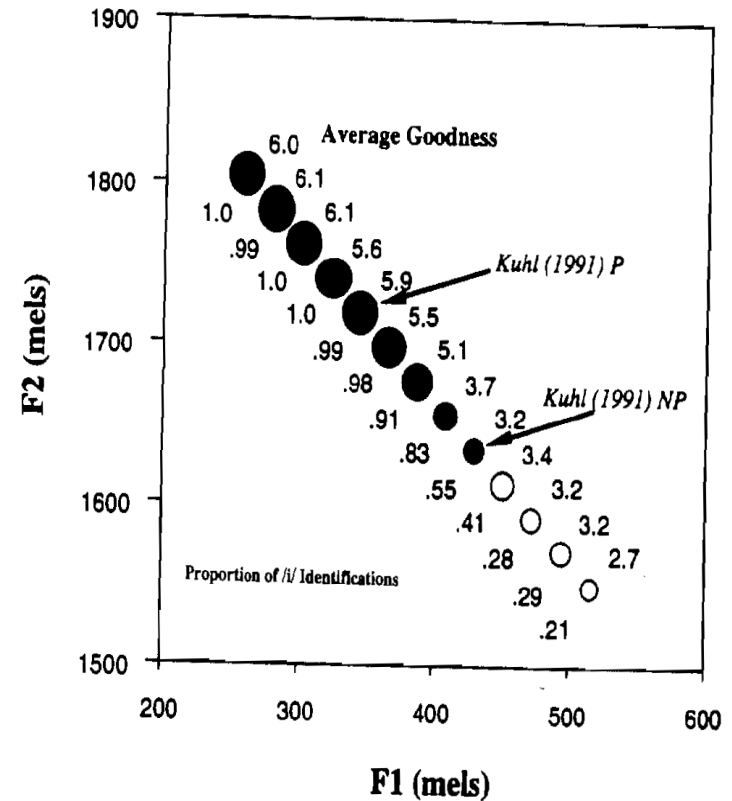


Figure 7. Stimuli on a single vector from Kuhl (1991a) used in Iverson and Kuhl (1995) in discrimination and multidimensional scaling experiments. Stimuli were identified as /i/ or /e/ and then rated on a 7-point scale indicating its perceived quality as a member of that vowel category ("1" = "poor," and "7" = "excellent").

Studie 4 zu PM-Effekt

- Experiment 2: Diskriminierung
- Vergleich von **P Stimulus** und Veränderung nach rechts und links im mel-Spektrum (30er Schritte)
- Vergleich von **NP Stimulus** und Veränderung nach rechts und links im mel-Spektrum (30er Schritte)
- **Ergebnis:**
- PM Effekt für P Stimuli
- Je besser der Stimulus P bewertet wurde (linke Seite), desto schlechter konnte er diskriminiert werden
- Je besser der Stimulus NP bewertet wurde (linke Seite), desto besser wurde er diskriminiert

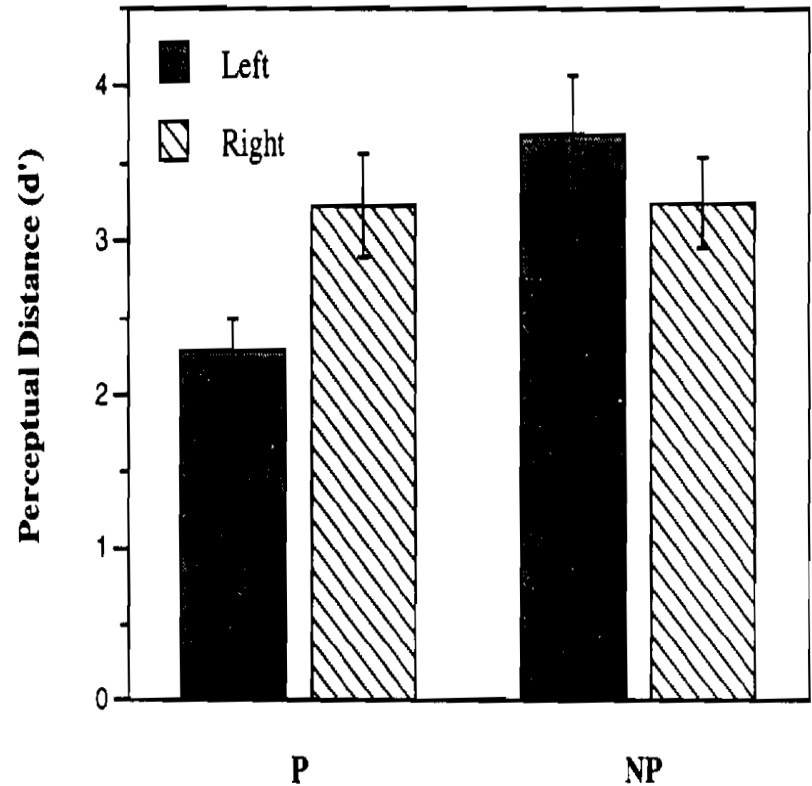


Figure 8. Signal detection analysis of the results of a vowel discrimination experiment. The bias-free estimate of sensitivity (d') is reduced around the prototype (P) when compared to the nonprototype (NP), and sensitivity is poorer to the left of P than to the right of P, as predicted by the magnet effect (from Iverson and Kuhl 1995).

Studie 4 zu PM-Effekt

- Experiment 3: Multidimensional Scaling (MDS)
- statistische Analyse, um perzeptive Entscheidungen graphisch umzuwandeln
- Je ähnlicher sich zwei Laute perzeptiv sind, umso näher liegen sie in der entstehenden Grafik aneinander
- VPN hörten 13 Stimuli paarweise in unterschiedlichen zeitlichen Abständen $ISI = 25, 250, 2500ms$
 - Frage: Gleich oder unterschiedliche Laute?
 - Messung der Reaktionszeit (RT)
- *Hat der Abstand zum vorangegangenen Stimulus Einfluss auf Perzeption und somit auf den Magnet Effekt?*

Ergebnisse zu Studie 4

Token mit langer RT

-> näher aneinander

-> höhere Similarität

-> also schwerer differenzierbar

Trotz selbem akustischen
Abstand:

/i/ und teilweise /ei/ (wie hay)
Tokens näher am Prototyp =
schlechter differenzierbar

Trotz langsamerem Diskriminieren
bei höherem ISI (Abstand):
Magnet Effekt war gleich stark für
alle 3 ISI

-> memory hat keinen
signifikanten Einfluss auf den
magnet effekt

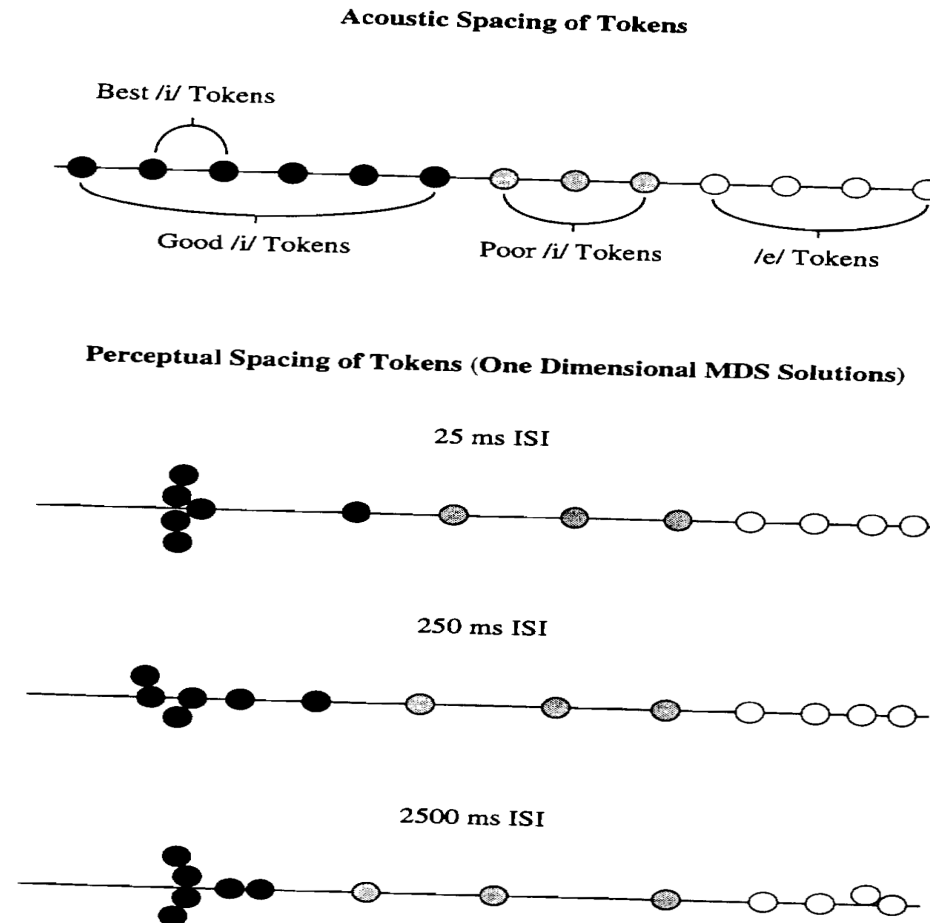


Figure 9. Results of a multidimensional scaling (MDS) experiment plotting the perceived distance between vowel stimuli. While the acoustic space was divided equally across the set of stimuli (top), perceptual space was distorted (bottom). Perceptual space is shrunk in the region of best instances of the category and stretched in the region of the poorest instances. This occurred at all three interstimulus intervals (ISI) (from Iverson and Kuhl 1995).

Natural Language (Magnet) Model

- „the NLM theory holds that what is "given by nature" is the ability to partition the sound stream into gross categories separated by natural boundaries“

- Kuhl:
- Von A-> zu C:
das System in dem die Kinder ihre Repräsentationen der Laute anordnen

(A) Geburt

- Alle Kinder sind mit denselben allgemeinen auditiven Fähigkeiten geboren, um ein akustisches Kontinuum aufzuteilen

- Kategorie-grenzen sind ungefähr festgelegt

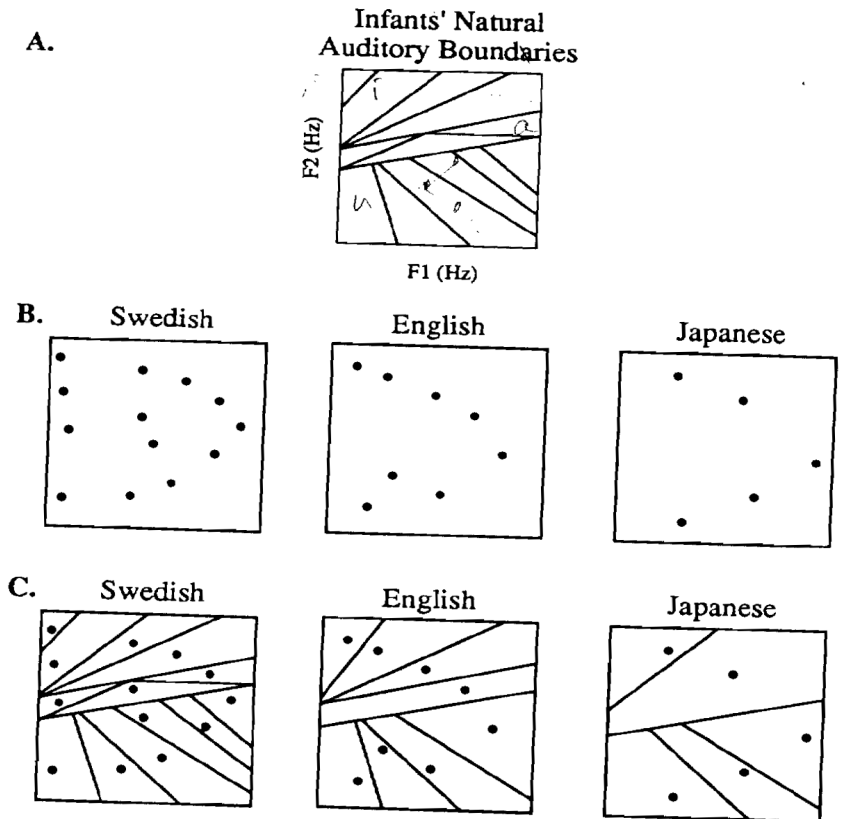


Figure 10. A. NLM Theory: Phase 1. At birth infants perceptually partition the acoustic space underlying phonetic distinctions in a language-general way. B. Phase 2. By 6 months of age, infants reared in different linguistic environments show an effect of language experience. They exhibit language-specific magnet effects induced by ambient language input. C. Phase 3. After language-specific magnet effects are observed, certain phonetic boundaries "disappear." Magnet effects alter the perceived distance between stimuli causing certain distinctions to be less well discriminated than they were prior to specific language experience for each group of infants.

Natural Language Magnet Model

(B) KK-6

- > Spracherfahrung:
eigene Anordnung der Vokalkategorien im Vokalraum
- Andere Sprache -> andere Anordnung
- Magnet Effekt entsteht **durch Hören** einer speziellen Sprache und die Analyse des **Sprachinputs**
- Das Bilden dieser perzeptuellen Grenzen durch das Hören der Sprache **tragen schon zur Magnet Ausrichtung** bei

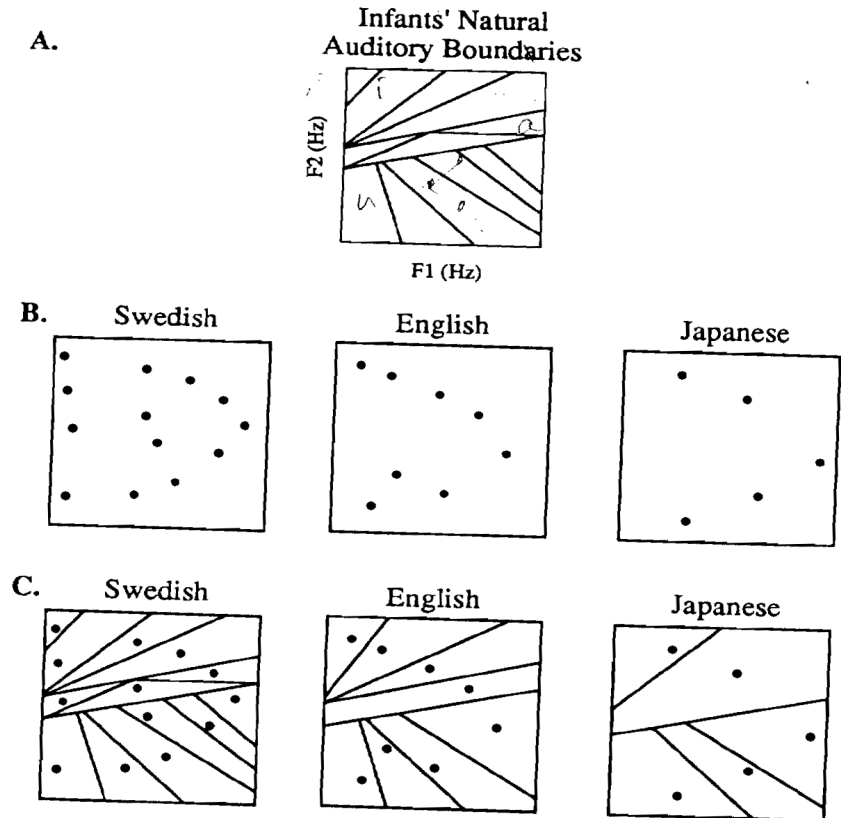


Figure 10. A. NLM Theory: Phase 1. At birth infants perceptually partition the acoustic space underlying phonetic distinctions in a language-general way. B. Phase 2. By 6 months of age, infants reared in different linguistic environments show an effect of language experience. They exhibit language-specific magnet effects induced by ambient language input. C. Phase 3. After language-specific magnet effects are observed, certain phonetic boundaries "disappear." Magnet effects alter the perceived distance between stimuli causing certain distinctions to be less well discriminated than they were prior to specific language experience for each group of infants.

Natural Language Magnet Model

(C)

- Folge des magnet effects
- Die natürlichen Grenzen bauen sich um die gebildeten Magnete
- manche Grenzen verschwinden minimieren sich & manche weiten sich aus
- -> unterschiedliche Ausbildung von Perzeptionsfähigkeiten
- Grenzen und schlechtere Unterscheidbarkeit überwinden nur durch intensives Training
- trotz der Veränderung der Perzeption
 - > sensorische Fähigkeit zu diskriminieren schwindet nicht

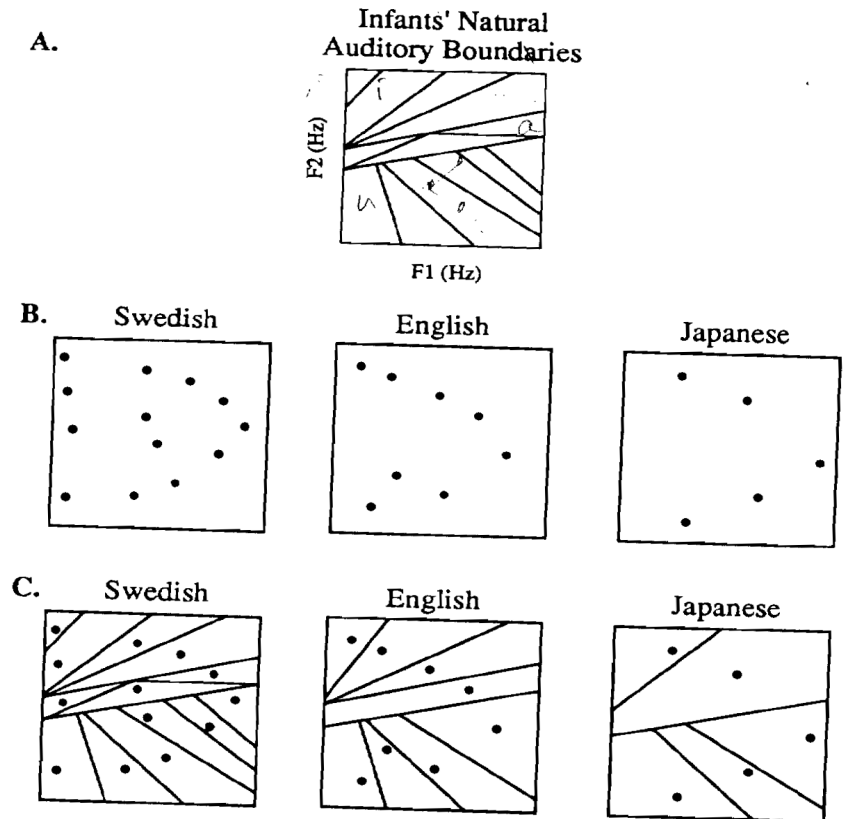


Figure 10. A. NLM Theory: Phase 1. At birth infants perceptually partition the acoustic space underlying phonetic distinctions in a language-general way. B. Phase 2. By 6 months of age, infants reared in different linguistic environments show an effect of language experience. They exhibit language-specific magnet effects induced by ambient language input. C. Phase 3. After language-specific magnet effects are observed, certain phonetic boundaries "disappear." Magnet effects alter the perceived distance between stimuli causing certain distinctions to be less well discriminated than they were prior to specific language experience for each group of infants.

Natural Language Magnet Model

- Laut Kuhl:
- die Fähigkeit, ein Kontinuum aufzuteilen entsteht durch auditive Mechanismen ([auditory processing mechanisms](#)) des Hörsystems, das alle Kinder gemeinsam haben

Kuhl's Gegenhypothese zur MToS

Kuhls Hypothese

- Fähigkeit, ein Kontinuum aufzuteilen entsteht aufgrund von **auditiven Mechanismen des Hörsystems**
- Alle Kinder haben diese Mechanismen gemeinsam
- Akustischer Raum ist **bereits aufgeteilt von natürlichen Grenzen** und wird durch die Vokalverteilung in der Muttersprache bzw. durch gelernten PM-Effekt **verzerrt**
- Kinder sollten früh auf feine Grenzunterschiede trainiert werden

Motor Theory of Speech

- Fähigkeit, ein Kontinuum aufzuteilen entsteht durch die **sprachliche Fähigkeit** mit der Kinder geboren werden
- „speech is special“
- Alle Phänomene sind **sprachspezifisch** und beschränken sich auf die **menschliche Sprachwahrnehmung**

Beziehung zu anderen Studien

- Kuhls Hypothese ist eine **Erklärung** zu vorherigen Studien:
 - **Werker/Polka** 1993 Ergebnisse:
 - KK-14 haben Probleme zwischen Lauten aus anderen Sprachen zu diskriminieren (japanisch -> englisch)
 - **Best** 1993 Ergebnisse:
 - Erwachsene, die eine Fremdsprache lernen haben Schwierigkeiten einen L2 Laut genau richtig zu produzieren, wenn es einen L1 Laut gibt, der sehr ähnlich zum L2 Laut ist
 - Bsp: /i/ in deutschem „lief“ vs. /i/ in englischem „leaf“

Natural Language Magnet Model

Grundprinzipien:

1. Magnet entsteht aufgrund der Erfahrung in der frühen Kindheit mit der Sprache
 - 2 Sorten von Erfahrung wichtig:
 1. Häufigkeit ähnlicher Sprachlaute
 2. Motherese / child directed speech
2. Ausgesetztsein einer (Erst)Sprache verzerrt die Perzeption von Lauten

Natural Language Magnet Model

Grundprinzipien:

3. Die frühe Perzeption beeinflusst die spätere Sprachentwicklung

- Kinder, die in ihrer Kindheit viel Motherese hatten, können später Sprachlaute besser diskriminieren

4. Die Perzeption steuert die Produktion teilweise durch Imitation:

- frühes Hören von simplen Vokalen in einem Labor verändert die Sprachproduktion später (siehe Best 1993)
- Taucht bei KK-20 erstmals auf

5. Soziale Interaktion beeinflusst Spracherwerb auf phonetischer Ebene

Studie zur Beziehung zwischen sozialer Interaktion und Spracherwerb

- Versuchsaufbau
 - **12 Spielsessions mit KK (AE)**
 - **3 Versuchsgruppen**
 - A) KK, die Mandarin-Chinesisch von L1-Mandarin-Chinesisch Sprechern hörten
 - B) KK, die L1-Englisch Sprecher hörten
 - C) KK, die Mandarin-Chinesisch im Fernsehen/Tonband hörten
 - **Testphase**
 - KK sollen Mandarin Silben identifizieren

Ergebnisse zur Studie

- Allgemein: Kein Unterschied ob Testung 2 oder 12 Tage nach der letzten Spielsession durchgeführt wurde
- A) schnitt besser ab als B) und C)!

→ Schlussfolgerung:

→ Spracherwerb kann nicht passiv erfolgen

→ Soziale Interaktion ist wichtig für den Spracherwerb

Ergebnisse zur Studie

- Zum Erlernen einer Sprache brauchen wir die soziale Interaktion, weil soziale Aspekte relevante Informationen für den Lernenden hervorheben und Sprache für uns zugänglicher gemacht wird

→ Kann
Fernsehen
wirklich Lautwandel
verursachen?



Das ERP Experiment

- Beobachtung neuronaler Aktivität durch Elektroden
- Messung von Event-related potentials (ERP) = Spannungsschwankungen der neuronalen Aktivität ausgelöst durch Reize
- Muttersprachliche & nicht-muttersprachliche Stimuli Kontraste
- Messung bei amerikanischen KK-7 – KK-11
- Bessere/schlechtere Diskriminierung anhand von Amplituden der ERP
- Wortschatz Testungen bei KK-14,18,24 und 30



Foreign phonetic test:

'ta-ta-ta-**DA**' (Spanish)

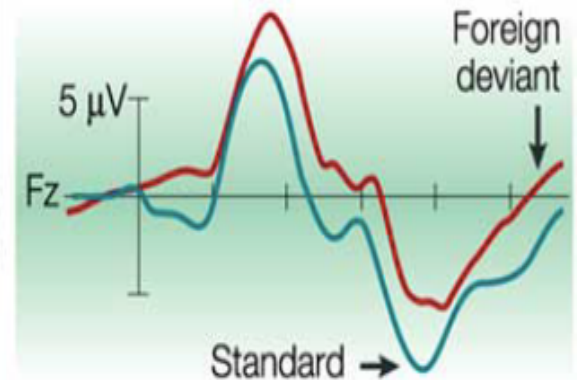
English listeners hear the Spanish syllable 'ta' as 'da'

Native contrast:

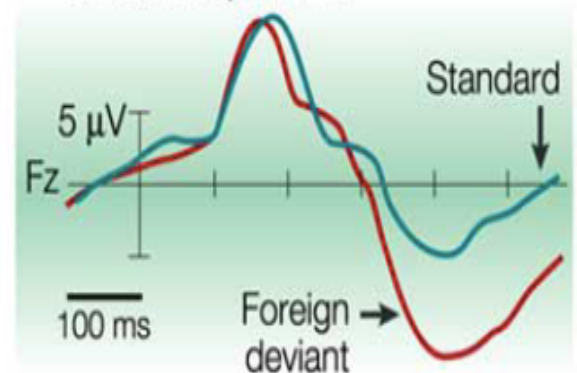
'da-da-da-**THA**' (English)

Responses to foreign contrast at 11 months of age

11-m P responders



11-m N responders



Das ERP Experiment - Ergebnisse

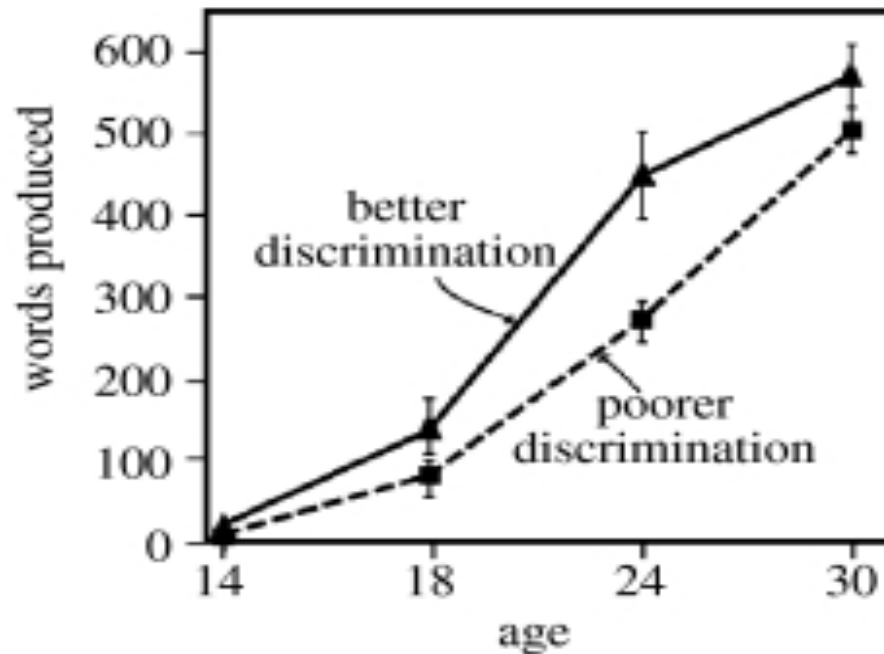
KK die L1 Kontraste besser diskriminieren – diskriminieren L2 Kontraste schlechter

KK die L2 Kontraste besser diskriminieren – diskriminieren L1 Kontraste schlechter

KK die zwischen L1 Kontrasten effektiver diskriminieren vergrößern Wortschatz später schneller

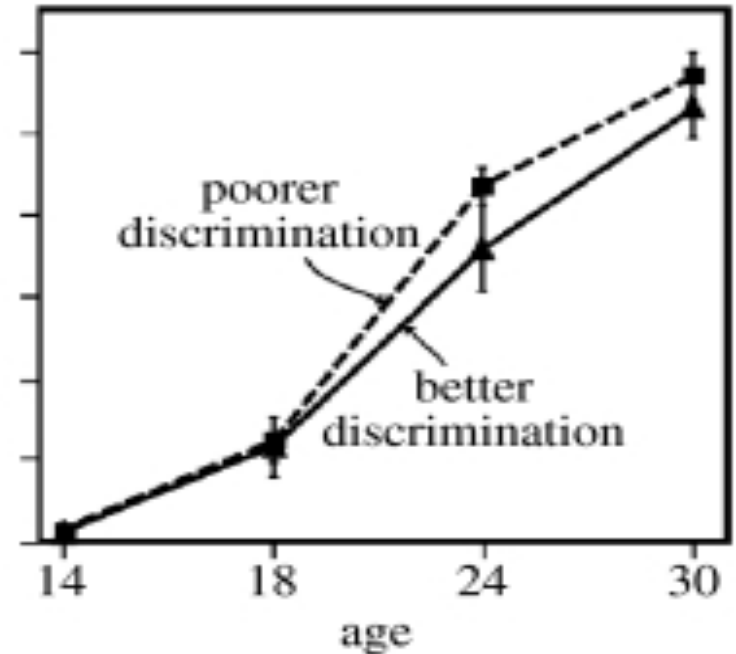
KK die zwischen L2 Kontrasten effektiver diskriminieren vergrößern Wortschatz später langsamer

(a)



(a) = native/L1 Kontraste

(b)



(b) = non-native/L2 contrasts

Zusammenfassung

Die 4 Phasen der Sprachwahrnehmung

- 1 Kinder können alle Laute der Sprachen der Welt diskriminieren
- 2 Häufigkeit der Verteilungen von Sprachlauten im auditiven Raum
+Motherese → perzeptiven Verzerrungen in Richtung der Lautverteilung von L1 soziale Interaktion wichtig; Entstehen von Perzeptions-Produktions-Beziehungen
- 3 Phonotaktik, Prosodie, und Wortschatz-Zuwachs
- 4 Verzerrungen sind stabil und werden nicht durch Kontakt mit L2 verändert

„exposure to a new language does not automatically create new neural structure“

Vorhersagen

- Phase 2 (Verzerrung) könnte bei bilingualen Kindern länger dauern
- Soziale Interaktion führt zu robusteren Sprachkenntnissen
- ‘critical learning hypothesis.’
 - neuronalen Funktionen setzen sich ab einem gewissen Alter fest
 - Zweitspracherwerb ab diesem Alter viel schwieriger
 - Das Lernen einer Sprache reduziert die zukünftige Kapazität neue phonetische Laute zu erlernen
 - laut Kuhl: der Spracherwerb der Muttersprache beeinträchtigt zunehmend die Fähigkeit, die Laute einer zweiten Sprache zu lernen

Literatur

Hawkins, S. (1999) Auditory capacities and phonological development: animal, baby, and foreign listeners. In J. Pickett, The Acoustics of Speech. Communication. Allyn & Bacon: Boston. S. 188-194

Kuhl, P., Iverson P. (1995). Linguistic experience and the perceptual magnet effect. In Strange, W. (1995). Speech Perception and Linguistic Experience. York Press: Baltimore.

Patricia K Kuhl, P., Conboy, B., Coffey-Corina, S., Padden, D., Rivera-Gaxiola, M., and Tobey Nelson, T. (2008). Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e). Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1493): 979–1000.

- Weitere Artikel-Downloads von Patricia Kuhl:
- http://ilabs.uw.edu/institute-faculty/bio/i-labs-patricia-k-kuhl-phd_