

SPRACHE UND MUSIK

Seminar: Sprache und Spracherwerb



Universität des Saarlandes

03.12.2009

Dozent: PD Dr. Bertram Opitz

Referentin: Lena Wullich

Studie von Kölsch et al. (2004):

Music, language and meaning: brain signatures of semantic processing

Wiederholung: Der semantische Priming-Effekt

3

- Beeinflussung der Verarbeitung eines Wortes durch die vorherige Darbietung eines anderen Wortes oder Satzes
- Darbietung dieser Kontextinformation entweder
 - ▣ semantisch ähnlich
 - ▣ semantisch unähnlich
- Verarbeitungsvorteil für semantisch ähnliche Wörter

Semantisches Priming und Musik

4

Fragestellung:

- Kann Musik ebenfalls spezifische semantische Konzepte vermitteln?
- Kann ein semantischer Priming-Effekt und die damit verbundene Verarbeitungserleichterung auch durch Musik ausgelöst werden?
- Untersuchung auf Verhaltensebene und neurophysiologischer Ebene → N400

Wiederholung: Die N400

5

- Indikator für semantische Integrationsprozesse
- am größten an centro-parietalen Elektroden im EEG
- tritt ca. 250 ms nach Stimulus-Onset auf
- maximale Amplitude nach 400 ms
- Annahme: N400 als Indikator dafür, dass Menschen gehörte oder gelesene Wörter direkt in den vorhergehenden Kontext einordnen

Semantisches Priming und die N400

6

- Index für semantisches Priming im EEG
- sensitiv für die Manipulation semantischer Beziehungen
 - Schwächer wenn kongruenter Kontext vorangeht als wenn inkongruenter Kontext vorangeht
 - Umgekehrter Zusammenhang zwischen der Amplitude der N400 und dem Grad der semantischen Beziehung

Semantik der Musik – 4 unterschiedliche Aspekte

7

Semantik...

1. vermittelt durch Information, die an Objekte erinnert (z.B. Spieluhr) oder musikalische Information, die Eigenschaften bezeichnet (z.B. hoch, schnell, hell)
2. vermittelt durch das Entstehen bzw. Erkennen einer Stimmung (z.B. fröhlich)
3. vermittelt durch außermusikalische Assoziationen (z.B. Nationalhymne)
4. vermittelt durch das Anordnen formaler Strukturen (z.B. Überraschung durch einen unerwarteten Akkord)

Methoden

8

- Mehrere Experimente mit 112 Versuchspersonen
- Keine Vp nahm an mehreren Experimenten teil
- Alle Vpn Nichtmusiker
- Alter: 18-52 Jahre (Ø 24,2 Jahre)
- Übersicht:
 1. Präexperiment (26 Vpn)
 2. Erstes EEG-Experiment (24 Vpn)
 3. Experiment zur Untersuchung des emotionalen Gehalts der Targets (26 Vpn)
 4. Zweites EEG-Experiment (16 Vpn)
 5. Zusätzliches Verhaltensexperiment (20 Vpn)

Vorbereitungen...

9

- Primes und Targets wurden konstruiert
- Targets: Wörter
 - ▣ deutsche Substantive (z.B. Weite, Nadel, Keller, Treppe)
 - ▣ Hälfte der Wörter abstrakt, andere Hälfte konkret
 - ➔ Rating durch Fragebogen
- Primes:
 - ▣ Sätze
 - ▣ Ausschnitte aus Musikstücken (nonverbal und unbekannt!)
 - 1/3 : Selbstberichte von Musikern
 - 2/3 : musikalische Aspekte

Vorbereitungen...

10

- Für jedes Targetwort wurden 4 verschiedene Primes ausgewählt:
 - ein semantisch verwandter Satz
 - ein semantisch nicht verwandter Satz
 - ein semantisch verwandter Musikausschnitt
 - ein semantisch nicht verwandter Musikausschnitt

- Jeder Prime soll zweimal verwendet werden:
 - Trial mit verwandtem Target
 - Trial mit nicht verwandtem Target

Vorbereitungen...

11

□ Übersicht

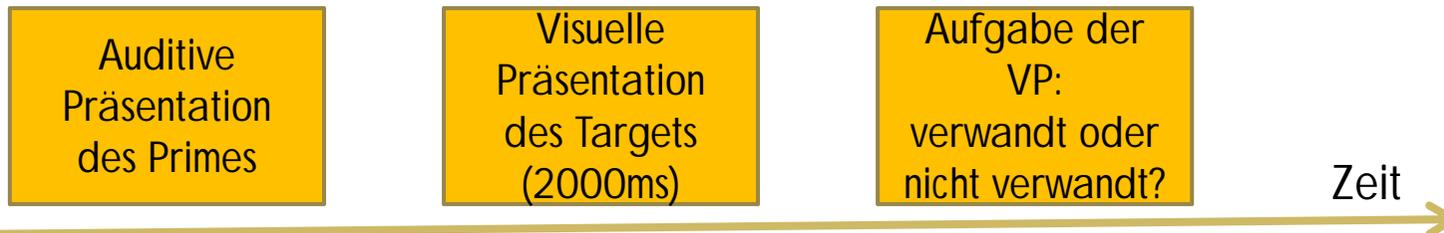
	Prime			
	Satz/Sprache		Musikausschnitt	
Target	semantisch verwandt	semantisch nicht verwandt	semantisch verwandt	semantisch nicht verwandt

- Überprüfung der semantischen Beziehung Prime-Target in einem Präexperiment
- Einschätzung auf einer Skala von -5 bis +5 ein

Erstes EEG-Experiment

12

- Verwendung der Prime-Target-Paare, die durch Präexperiment bestimmt wurden (n=176)
 - Insgesamt 44 Targets (22 abstrakt, 22 konkret) mit je 4 dazugehörigen Primes
 - Target-Wörter wurden je 4 mal auditiv präsentiert, jeweils mit unterschiedlichen Primes
 - Jeder Prime wurde zweimal verwendet (verwandt vs. nicht verwandt)



EEG-Experiment

Beispiel (abstraktes Wort)

13

	Prime			
	Satz/Sprache		Musikausschnitt	
Target: Weite	semantisch verwandt „Die Blicke schweifen in die Ferne“	semantisch nicht verwandt „Die Fesseln erlauben wenig Bewegung“	semantisch verwandt 	semantisch nicht verwandt 

- Betrachtung der N400 im EEG
- Vergleich der Bedingungen, da nur der Prime verändert, alles andere konstant

EEG-Experiment

Ergebnisse - Verhaltensebene

14

- Einschätzung der semantischen Beziehungen
 - ▣ nach Sätzen: 92% korrekt*
 - ▣ nach Musik: 80% korrekt*

	Related		Unrelated	
	Language	Music	Language	Music
Pre-experiment ^a	4.43 (±0.48)	3.51 (±0.74)	-3.51 (±1.39)	-2.93 (±1.20)
ERP experiment ^b	93% (±4.1)	78% (±12.5)	91% (±7.3)	82% (±6.4)
Additional experiment ^c	86% (±9.13)	58% (±8.77)		

*korrekt = Übereinstimmung mit Präexperiment

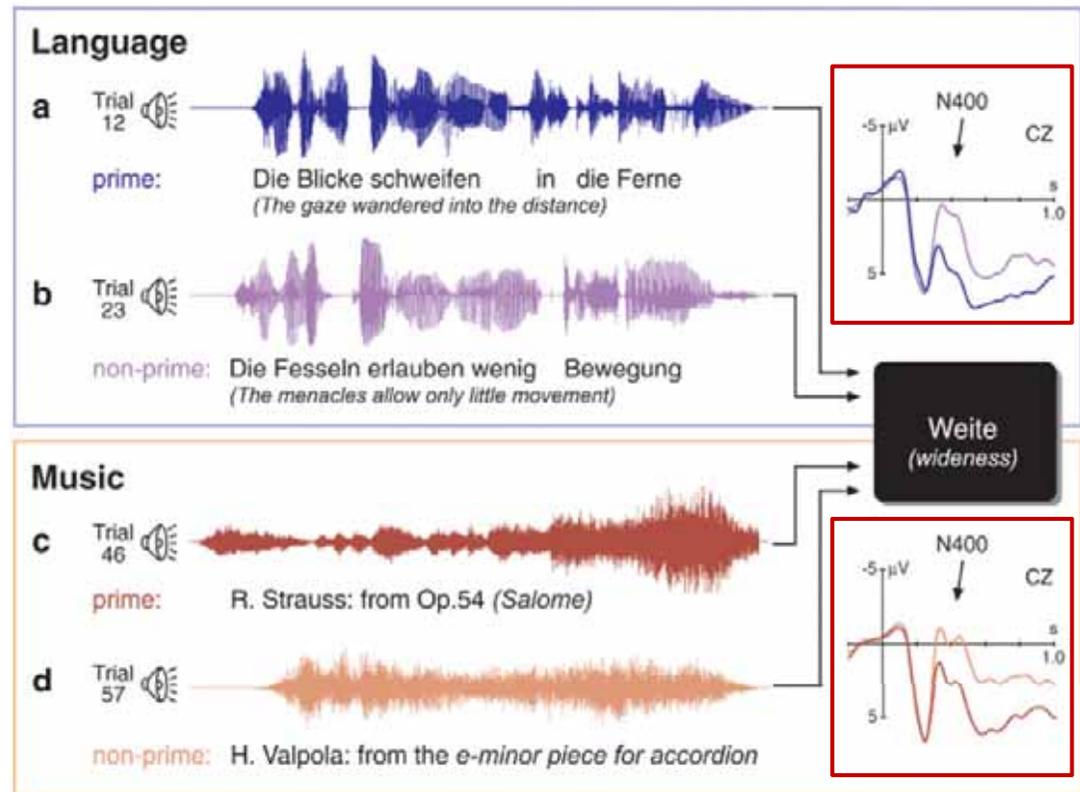
- deutlich über Zufallsniveau
- Musik print ähnlich wie Sprache
- es kann auch anhand von Musik bewusst entschieden werden, ob eine semantische Beziehung besteht oder nicht

EEG-Experiment

Ergebnisse – neurophysiologische Ebene

15

- N400 größer wenn Target nach semantisch nicht verwandtem Satz
- Semantischer Priming-Effekt
- N400 bei Musik ebenfalls größer, wenn Target nach semantisch nicht verwandtem Musikausschnitt
- Semantisches Priming ist auch durch Musik möglich, Musik kann also bedeutungsvolle Information vermitteln



EEG-Experiment

Ergebnisse – neurophysiologische Ebene

16

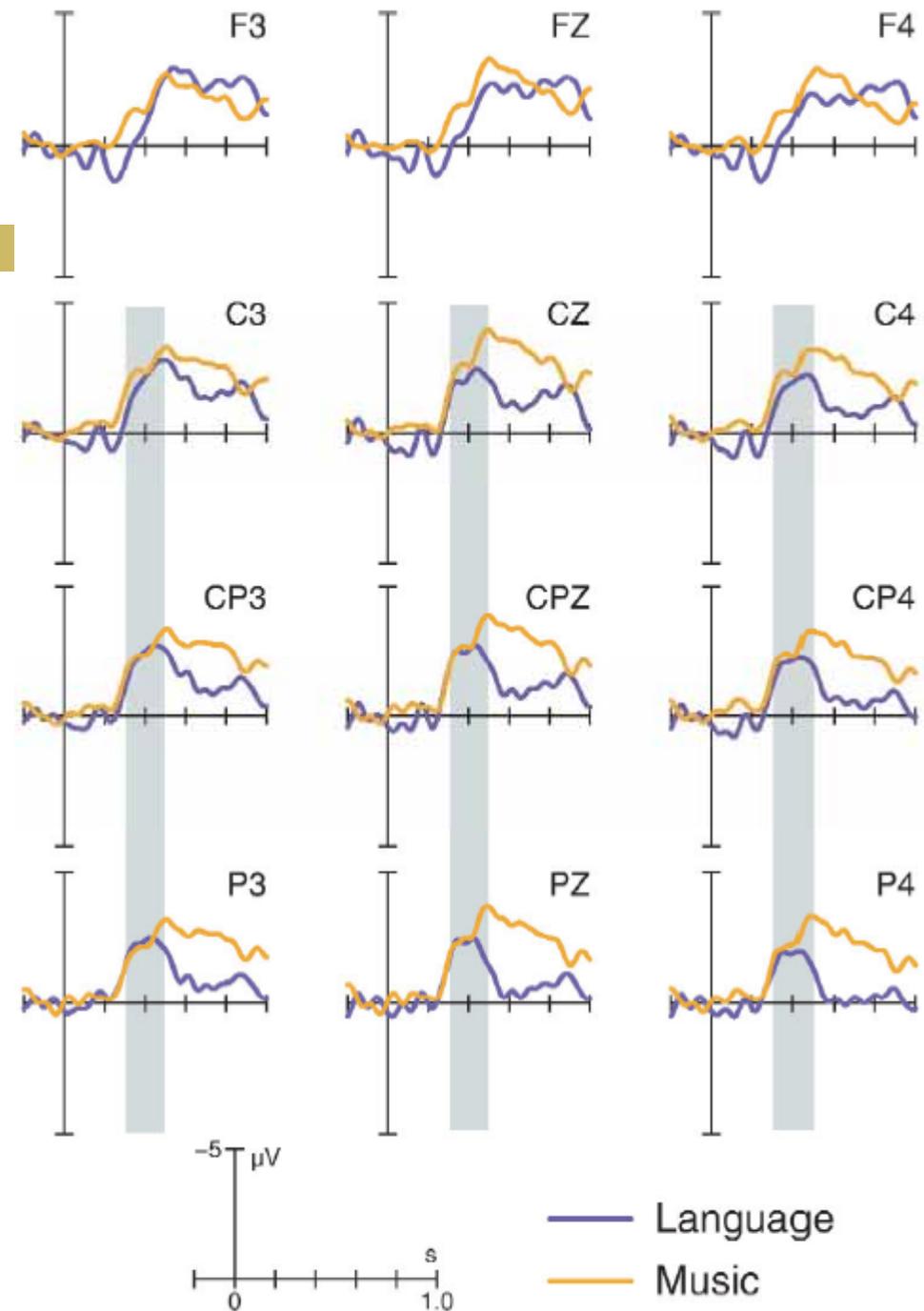
- Da alles konstant gehalten, außer dem Prime:
 - Unterschiede in der N400 können nur durch die unterschiedlichen vorhergehenden Kontexte ausgelöst werden

- N400-Effekt sowohl bei abstrakten als auch bei konkreten Wörtern
 - Musik kann, ebenso wie Sprache, sowohl abstrakte als auch konkrete Information vermitteln

EEG-Experiment Ergebnisse

17

- Keine Unterschiede in der N400 zw. Sprache und Musik bzgl.
 - ▣ Latenz
 - ▣ Amplitude
 - ▣ Verteilung über die Elektroden
- In beiden Bereichen N400 maximal bei 410 ms (grauer Bereich) an centro-parietalen Elektroden



- Aktivierung bei Sprache und Musik im Gyrus temporalis medius (Brodmann-Areale 21 und 37)
- Lokalisierung stimmt mit früheren Studien zur funktionellen Neuroanatomie semantischer Prozesse überein

Language



$$x = \pm 43.35, y = -34.25, z = -3.3$$
$$q \text{ (left / right)} = 40.8 / 30.5 \text{ nAm}$$

Music

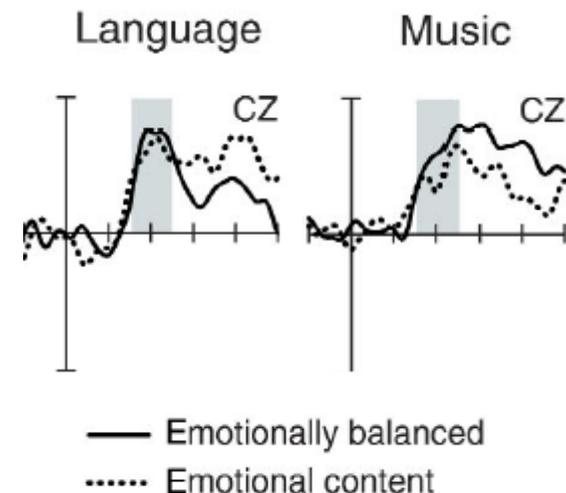


$$x = \pm 44.75, y = -36.95, z = -2.65$$
$$q \text{ (left / right)} = 57.3 / 49.1 \text{ nAm}$$

Experiment zur Untersuchung des emotionalen Gehalts

19

- N400 durch „emotionales Priming“?
- Einschätzung des emotionalen Inhalts der Targetwörter auf einer 9-stufigen Skala (-4 bis +4)
 - Signifikant verschieden für die beiden Target-Wörter eines Primes (z.B. Weite vs. Enge)?
- Es zeigten sich für 64% der Wörter keine signifikanten Unterschiede im emotionalen Gehalt
- Unterschied in der N400 nicht durch den unterschiedlichen Emotionsgehalt der Targets erklärbar



Zweites EEG-Experiment

20

- Untersuchung, ob N400 auch auftritt, wenn Vpn die semantische Beziehung nicht einschätzen
 - ▣ Identischer Aufbau wie Exp.1
 - ▣ Vpn nicht über die semantische Beziehung von Prime und Target informiert (Gedächtnisexperiment)

- Ergebnis:
 - ▣ Replikation der Ergebnisse von Experiment 1 (N400 größer nach semantisch nicht verwandten Primes)
 - ▣ Unabhängig von der semantischen Einschätzung

Zusätzliches Experiment auf Verhaltensebene

21

- Gleiches Material wie in den anderen Experimenten
- Nach jedem Prime wurden jetzt aber 5 Target-Wörter präsentiert:
 - ▣ das semantisch passende
 - ▣ das semantisch nicht passende
 - ▣ drei zufällig aus allen Targets ausgewählte Wörter
- Aufgabe der Vpn: Welches Targetwort passt am besten zum Prime?

Zusätzliches Experiment auf Verhaltensebene

22

	Related	
	Language	Music
Pre-experiment ^a	4.43 (± 0.48)	3.51 (± 0.74)
ERP experiment ^b	93% (± 4.1)	78% (± 12.5)
Additional experiment ^c	86% (± 9.13)	58% (± 8.77)

- Ergebnis:
 - Sprache: bei 86% der Trials wurde das richtige Target ausgewählt
 - Musik: 58% (weit über 20% Zufallsniveau)
 - Replikation von Präexperiment und erstem EEG-Experiment
 - Erneut Bestätigung Verhaltensebene, dass Targets semantisch zu den Primes zugeordnet werden können

Hauptergebnisse

23

- Mehrere unabhängige Vpn-Gruppen assoziierten die Musikausschnitte mit bestimmten Wörtern
- Der N400-Effekt bei Musik unterscheidet sich nicht vom N400-Effekt bei Sprache
 - ▣ Auditive Präsentation von Sprache und Musik hat den gleichen Effekt auf die semantischen Verarbeitungsprozesse während des darauffolgenden Targetworts
- N400-Effekt tritt unabhängig von semantischer Beurteilung und von emotionalem Gehalt auf
- Fazit der Autoren: Musik vermittelt beträchtlich mehr Information als bisher angenommen

Studie von Besson et al. (1998):
*SINGING IN THE BRAIN:
Independence of Lyrics and Tunes*

Ziele

25

- Hauptfrage: Gemeinsames Konzept oder getrennte Verarbeitung von Texten und Melodien?
- Untersuchung der Veränderungen in der Hirnaktivität während der Verarbeitung von Texten und Melodien:
 - Zeitlicher Verlauf
 - Verteilung an den Elektroden

Ereigniskorrelierte Potentiale

26

- N400
 - Indikator für semantische Integrationsprozesse
- P300
 - tritt nach seltenen und bedeutungsvollen Reizen auf
 - z.B. abweichender Ton im Oddball-Paradigma
 - ca. 300 ms nach Stimulus-Onset

Methoden

27

- Vorspielen von Auszügen aus Opern
- alle Ausschnitte a capella (professioneller Sänger)
- 4 Bedingungen

	semantisch kongruent	semantisch inkongruent
richtiger Ton	Bedingung 1	Bedingung 2
falscher Ton	Bedingung 3	Bedingung 4

Methoden - Beispiel

28

CARMEN
BIZET

Les a-nneaux de cuivre et d'ar-
gent - Re-lui-saient sur les peaux bi-
stre- - es D'o-range et de rou-ge ze-
bre- - es; Les e-tof-fes flot-taient au

(C) VENT (I) / (C) SANG (I)

- Ringe aus Kupfer und Silber/
glänzten auf gebräunter Haut/
Orange und rot gestreift/
flutterten die Stoffe im...
 - Wind (vent)
(semantisch kongruent)
 - Blut (sang)
(semantisch inkongruent)

- Letzte Note
 - kongruent (C)
 - inkongruent (I)

Methoden

29

- Material:
 - ▣ Insgesamt 200 Musikausschnitte aus den bekanntesten französischen Opern
 - ▣ Wörter am Ende immer einsilbig und reimten sich wenn möglich in beiden Bedingungen (semantisch kongruent und inkongruent)

- Versuchspersonen:
 - ▣ N=16, alle professionelle Musiker!
 - ▣ Alter: 23-56 Jahre (Ø 36 Jahre)

Methoden - Vorgehen

30

- Jede Vp hörte insgesamt 200 Operausschnitte
 - 4 Blocks à 50 Trials
 - Vp waren darüber informiert, dass Wort und/oder letzter Ton falsch sein können
- Aufgabe der Vpn
 - Gut zuhören, Musik und Sprache gleichermaßen beachten
 - semantische und harmonische Unstimmigkeiten entdecken
 - keine motorische Reaktion, sondern generelle Fragen am Ende jedes Blocks
- Ableitung an 19 Elektroden

Annahmen

31

- Wenn Wörter unabhängig davon, ob sie gesungen oder gesprochen werden, gleich verarbeitet werden, müssten inkongruente Wörter am Ende der Musikausschnitte eine N400 auslösen
(unabhängig von der Melodie)
- Wenn die Melodie unabhängig davon, von welchem Text sie begleitet wird, verarbeitet wird, müssten Töne, die nicht in die Melodie passen eine ähnliche P300 auslösen
(unabhängig von der Semantik)

Annahmen

32

- Bedingung 4:
direkte Überprüfung
der Hauptfrage
Integration von Text
und Melodie oder
separate
Verarbeitung?

	semantisch kongruent	semantisch inkongruent
richtiger Ton	Bedingung 1	Bedingung 2
falscher Ton	Bedingung 3	Bedingung 4

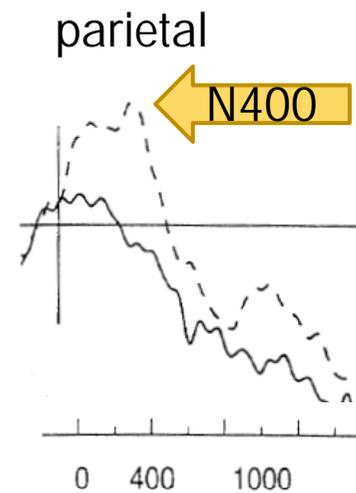
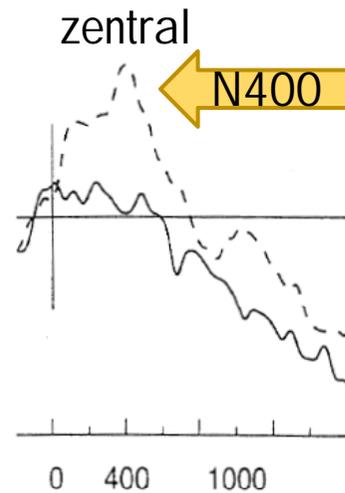
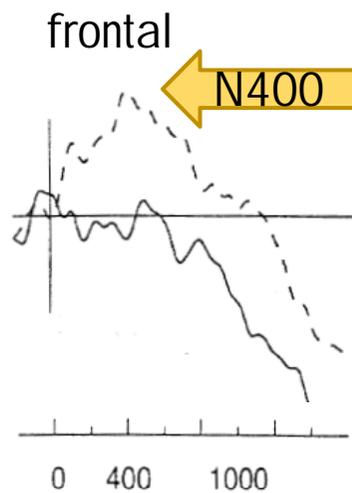
- Unabhängige Verarbeitung: Additive
Zusammensetzung von N400 und P300
- Integration: Interaktion von N400 (Semantik) und
P300 (Melodie)

Ergebnisse

33

	semantisch kongruent	semantisch inkongruent
richtiger Ton	Bedingung 1	Bedingung 2
falscher Ton	Bedingung 3	Bedingung 4

- Haupteffekt für semantische Kongruenz:
 - Semantisch inkongruente Wörter lösten größere N400 aus als semantische kongruente Wörter wenn beide in richtiger Tonlage gesungen wurden



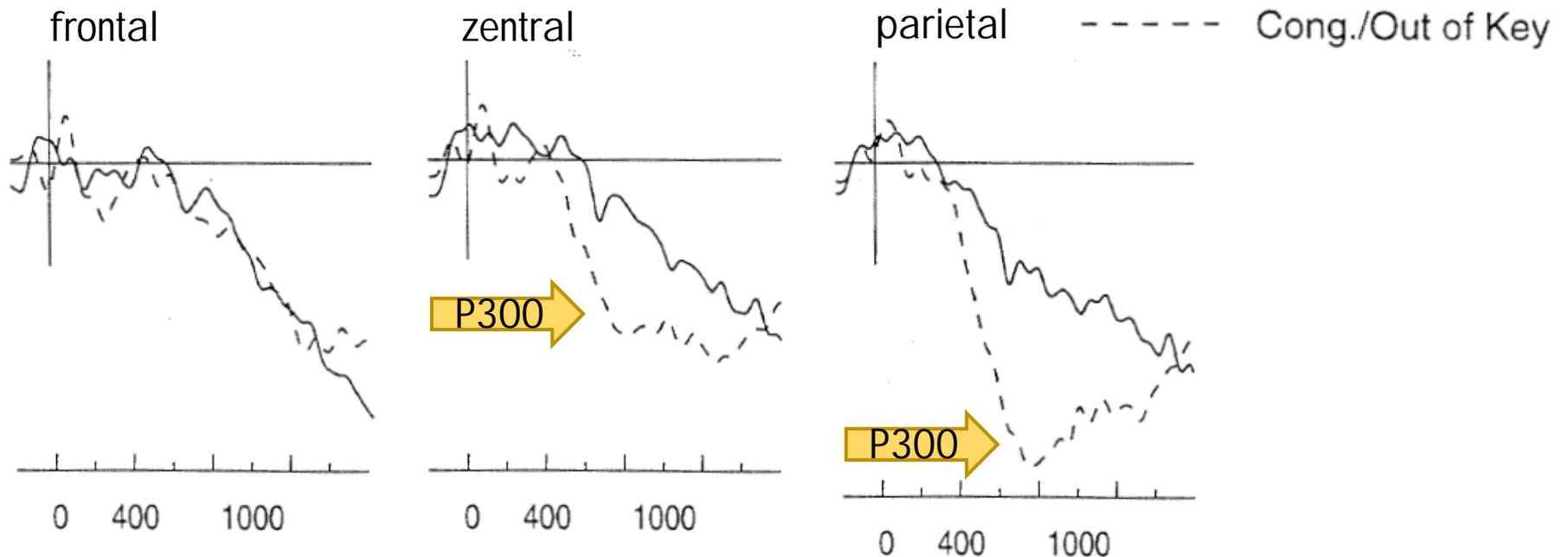
———— Cong./In Key
----- Incong./In Key

Ergebnisse

34

	semantisch kongruent	semantisch inkongruent
richtiger Ton	Bedingung 1	Bedingung 2
falscher Ton	Bedingung 3	Bedingung 4

- Haupteffekt für harmonische Kongruenz:
 - Semantisch kongruente Wörter in falscher Tonlage lösten signifikant größere P300 aus als in richtiger Tonlage
 - am größten an parietalen Elektroden

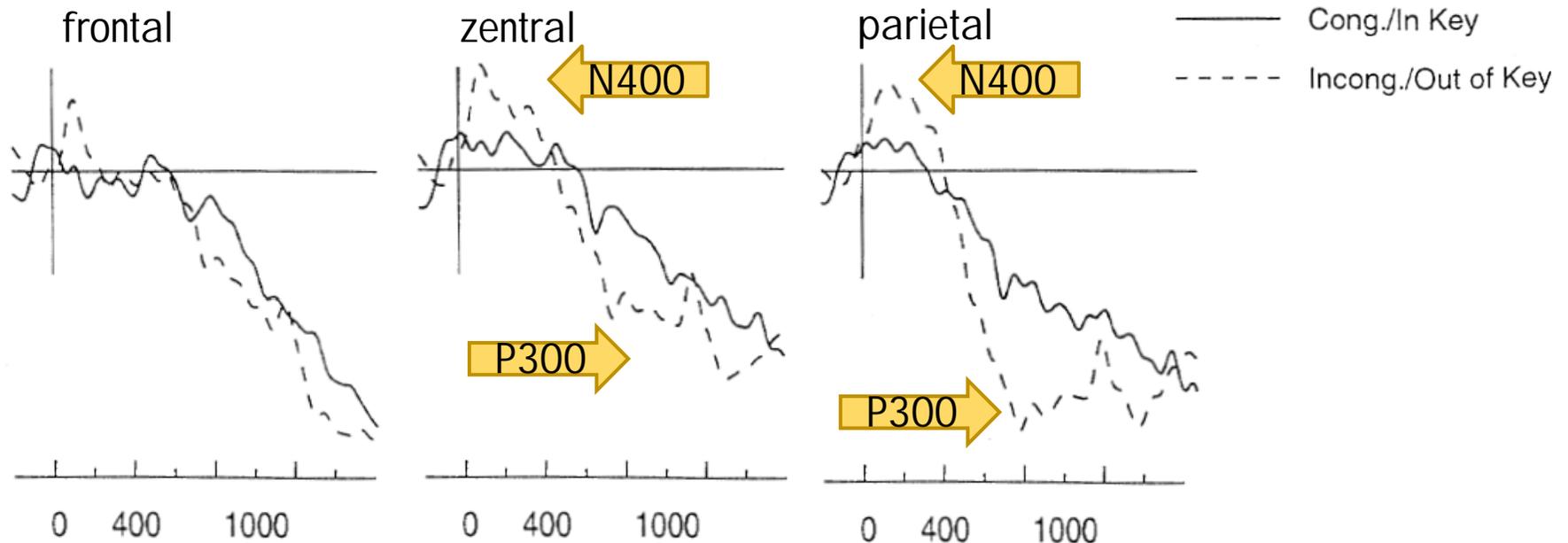


Ergebnisse

35

	semantisch kongruent	semantisch inkongruent
richtiger Ton	Bedingung 1	Bedingung 2
falscher Ton	Bedingung 3	Bedingung 4

- Doppelter Inkongruenz-Effekt:
 - Semantisch inkongruente Wörter, die in falscher Tonlage gesungen wurden, lösten eine signifikant größere N400 und P300 aus als semantisch kongruente Wörter in richtiger Tonlage



Ergebnisse

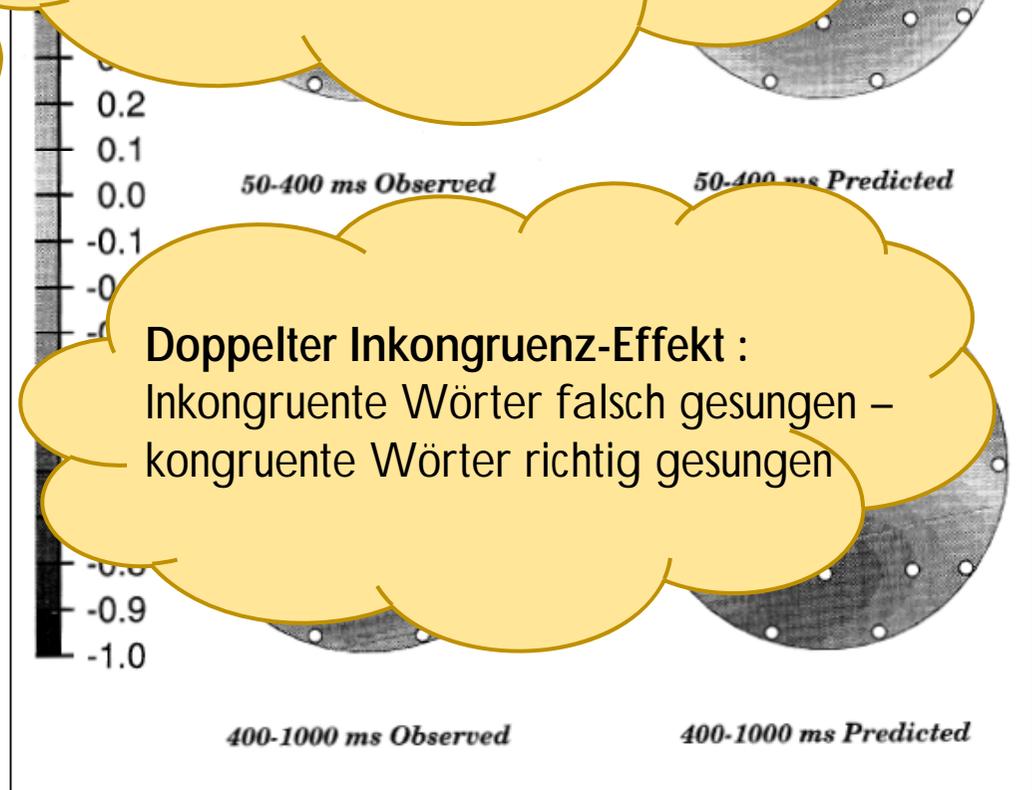
36

- Überprüfung der Additivität:
 - ▣ Addieren der beiden Kongruenzeffekte (Predicted)
 - ▣ Vergleich mit dem doppelten Inkongruenzeffekt (Observed)
- Keine signifikanten Unterschiede zwischen Predicted und Observed

Kongruenz-Effekt für Semantik:
Inkongruente Wörter richtig gesungen –
kongruente Wörter richtig gesungen

Kongruenz-Effekt für Harmonie:
Kongruente Wörter richtig gesungen –
kongruente Wörter falsch gesungen

Doppelter Inkongruenz-Effekt :
Inkongruente Wörter falsch gesungen –
kongruente Wörter richtig gesungen



Zusammenfassung der Ergebnisse

37

- Unabhängige Verarbeitung von Sprache und Musik
- N400 wird durch semantische Inkongruenz in gesungener Musik in gleicher Weise ausgelöst wie durch Sprache
 - Verarbeitung der Semantik des Satzes wird nicht durch die musikalische Struktur beeinflusst
- P300 wird durch Wörter, die in falscher Tonlage gesungen werden, in gleicher Weise ausgelöst wie durch „falsche“ Noten oder Akkorde
 - Verarbeitung der Harmonie wird nicht durch die Semantik des Satzes beeinflusst

Ergebnisinterpretation

38

Die Befunde...

- stützen eine strikte Unabhängigkeit der beiden Verarbeitungsprozesse (Semantik und Harmonie), selbst wenn Text und Melodie stark miteinander verbunden sind
- sprechen gegen eine Interaktion der beiden Prozesse und somit gegen eine Integration in ein gemeinsames Konzept

Integration der Studien?

39

- Studie 1:
 - ▣ Musik löst ähnliche Effekte wie Sprache aus
 - ▣ Gehirn verarbeitet Sprache und Musik teilweise mit denselben kognitiven Prozessen und in denselben Strukturen
 - sehr enge Verbindung der beiden Verarbeitungsprozesse!

- Studie 2:
 - ▣ Keine Interaktion zwischen der Verarbeitung von Sprache und Musik
 - strikte Trennung der beiden Verarbeitungsprozesse!

???

Danke für
eure Aufmerksamkeit!

Literatur

41

- Besson et al., (1999) SINGING IN THE BRAIN: Independence of Lyrics and Tunes. Psych Sci, 9:494-498
- Kölsch et al., (2004) Music, language and meaning: brain signatures of semantic processing. Nature Neuroscience, 7:302-307