



Institut für Biomedizinische
Technik und Informatik



Dynamische Kohärenz- und Phasenschätzung bei der Satzverarbeitung

Dunja Jannek¹, Stephan Brodkorb¹, Sabine Weiss²

¹Institut für Biomedizinische Technik, TU Ilmenau

²Institut für Cognitive Science, Neurobiopsychologie, Universität Osnabrück

dunja.jannek@tu-ilmenau.de

Einführung:

In den letzten Jahren wurde mehrfach gezeigt, dass die Untersuchung der elektrischen Hirnaktivität im Zusammenhang mit der Sprachverarbeitung durchaus hilfreich für das Verständnis der neurophysiologischen Grundlagen der Sprache sein kann. Die ERP-Analyse liefert Daten mit einer hohen zeitlichen Auflösung zwischen neuronaler und kognitiver Aktivität, ist aber ungeeignet, wenn es um die Untersuchung frequenzabhängiger Kopplungen über einen entsprechenden Zeitraum geht. Aber gerade die Informationsleitung über entsprechende Frequenzkodierungen ist wahrscheinlich einer der grundlegenden Mechanismen, die die parallele Integration verschiedener Aspekte von Sprache und anderer kognitiver Prozesse wie etwa Gedächtnis und Aufmerksamkeit ermöglichen.

Material und Methoden:

EEG: EEG-Ableitung an 29 Probanden, 19 Elektroden nach 10-20-System sowie 4 zusätzlichen Elektroden über der Broca- und Wernicke-Region (jeweils links- und rechtshemisphärisch, Referenz Mittel beider Ohrfläppchen ((A1+A2)/2), Abtastfrequenz 256 Hz, 2 EOG-Kanäle, visuelle Artefaktbewertung

Versuch: 25 kongruente Sätze und 25 inkongruente Sätze sowie 100 Distraktoren, alle Sätze mit hoher Erwartungswahrscheinlichkeit (high cloze probability größer 90%), Beurteilung der Sinnhaftigkeit der Sätze während des Hörens

kongruenter Satz: Er trinkt seinen Kaffee mit Milch und „Zucker“.

inkongruenter Satz: Er trinkt seinen Kaffee mit Milch und „Hund“.

Spektrale Analyse: zeitvariante Anpassung eines AR-Modells auf Grundlage einer adaptiv rekursiven Schätzung, Erweiterung durch Schätzung der AR-Parameter über ein mittleres multivariates Modell über alle Trials auf Basis eines RLS-Algorithmus -> nur ein einziges Modell pro Versuchsperson und Situation geschätzt.

Spektraldichtematrix für AR-Modell $\hat{S}_i(f) = \begin{pmatrix} \hat{S}_{11,i}(f) & \hat{S}_{12,i}(f) \\ \hat{S}_{21,i}(f) & \hat{S}_{22,i}(f) \end{pmatrix}$ Quadratische Kohärenz $\hat{\rho}_i^2(f) = \frac{|\hat{S}_{12,i}(f)|^2}{\hat{S}_{11,i}(f) * \hat{S}_{22,i}(f)}$ Kreuzphase $\hat{\phi}_i(f) = \arg\{\text{Re}(\hat{S}_{12,i}(f)) + i * \text{Im}(\hat{S}_{12,i}(f))\}$

Ergebnisse:

Bestimmung der Zeit-Kohärenz-Differenzen gemittelt über alle Versuchspersonen, Auswertung des Theta-Bandes (4-7Hz) und des Gamma-Bandes (40-45 Hz) über mittlere Bandkohärenzen, Auswertung der Kreuzphasen und der mittleren Bandphasen für Theta- und Gamma-Band

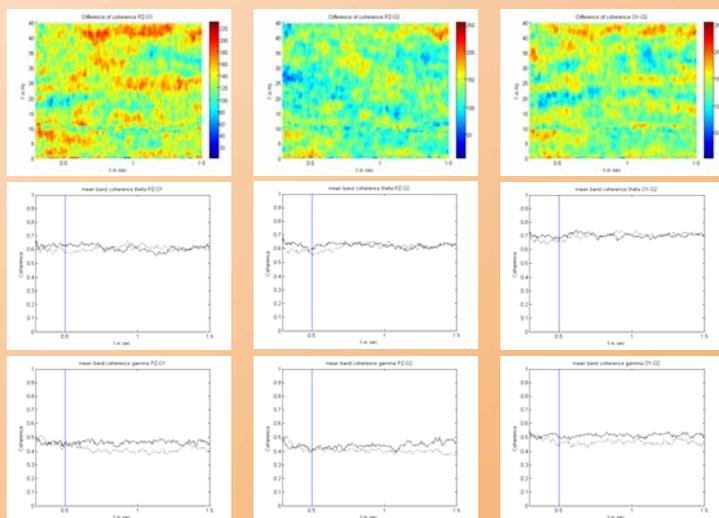


Abbildung 1: Mittlere Differenz der Zeit-Kohärenz-Verläufe über alle Versuchspersonen zwischen kongruenten und inkongruenten Sätzen (normiert zwischen 0 und 255) für linkshemisphärische Kopplung (Pz-O1), rechtshemisphärische Kopplung (Pz-O2) und interhemisphärische Kopplung (O1-O2), darunter jeweils die mittleren Bandkohärenzen im Theta- und Gamma-Band gemittelt über alle Versuchspersonen (— kongruenter Satz, inkongruenter Satz)

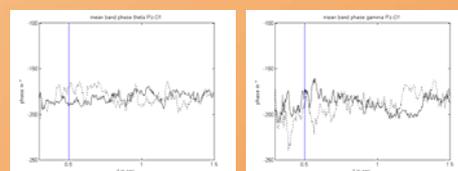


Abbildung 2: Mittlere Bandphasen im Theta- und Gamma-Band für linkshemisphärische Kopplung (Pz-O1) (— kongruenter Satz, inkongruenter Satz)

Diskussion:

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Kohärenz im hochfrequenten Bereich bei der Verarbeitung kongruenter verglichen mit inkongruenten Wörtern höher ist. Dabei sind z.B. im Frequenzbereich von 40-45 Hz die Kohärenzunterschiede linkshemisphärisch stärker als rechtshemisphärisch. Insbesondere interhemisphärische Kohärenzen sind bei der Verarbeitung kongruenter Sätze deutlicher erhöht.

Möglicherweise zeigt die erhöhte Gamma-Kohärenz den Prozess der erfolgreichen semantischen Integration (Binding) von Wörtern in den Satzkontext an. Die Komplexität des Sprachverarbeitungsprozesses lässt sich durch die Analyse weiterer Frequenzbereiche und zugehöriger Phasenkopplungen noch umfassender beschreiben.