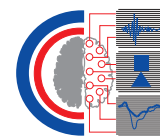


Analyse von visuellem Priming mit Gamma-Frequenzen via Reaktionszeiten und EEG

C.S. Herrmann (1), M.A. Elliott (2), A. Mecklinger (1) und H. Müller (2)

(1) Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung, Stephanstr. 1a, 04103 Leipzig
 (2) Universität Leipzig, Institut für Allgemeine Psychologie 2, Seeburgstr. 14-20, 04103 Leipzig

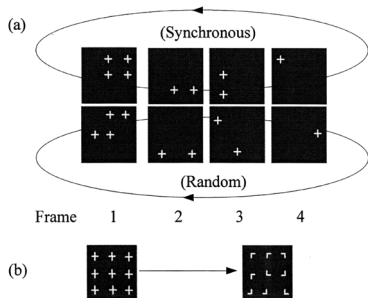
E-mail: herrmann@cns.mpg.de



Einleitung

Elliott und Müller (1998) haben gezeigt, daß die Erkennung von Kanizsa-Figuren dadurch beschleunigt werden kann, daß eine Priming-Matrix aus Kreuzen kurz vor der Präsentation der Figuren mit 40 Hz flickert, wenn diese Matrix figurrelevante (synchrone) Stimuli enthält (vgl. Abb. 1a synchronous). Im Gegensatz dazu tritt keine Beschleunigung auf, wenn in der Priming-Matrix keine figurrelevanten Stimuli enthalten sind (vgl. Abb. 1a random).

1



Beim Betrachten von Kanizsa-Figuren wurden in einer visuellen Klassifikationsaufgabe mit Hilfe einer waveletbasierten Zeit-Frequenzanalyse 40 Hz Oszillationen nachgewiesen (Tallon-Baudry et al. 1996, Herrmann, et al. 1999). Wir haben mit dem Paradigma der Priming-Matrix an 11 Versuchspersonen Reaktionszeiten und EEGs aufgezeichnet und mit Hilfe der Wavelet-Analyse ausgewertet. Die Priming-Matrizen flickerten entweder mit 25 oder 40 Hz.

Methode

Die Stimuli wurden auf einem Oszilloskop (TEK 608) präsentiert, das durch den schnell abklingenden P15-Phosphor eine Vermeidung von Nachleuchten erlaubt.

Das EEG wurde mit NeuroScan Verstärkern für die 19 Elektroden des internationalen 10-20 Systems aufgezeichnet und mit 500 Hz abgetastet. Die Masseelektrode war C2 und alle Elektroden wurden relativ zum linken Mastoid (M1) referenziert. Die Daten wurden mit einem 100 Hz Tiefpaß und einem 0.05 Hz Hochpaß gefiltert.

Die ERP-Amplituden wurden zur statistischen Analyse in drei verschiedene Regionen aufgeteilt, die die topographische Lage charakterisieren (anterior, central und posterior) und mittels einer ANOVA ausgewertet.

Zur Analyse der Gamma-Oszillationen wurden die EEG-Daten mit Hilfe der von Herrmann et al. (1999) beschriebenen Wavelet-Analyse in den Zeit-Frequenzbereich transformiert. Die 40 Hz Daten der Primaske wurden von 0 ms bis 600 ms in 6 Zeitfenster zu je 100ms aufgeteilt und die Amplituden für jedes Intervall pro Elektrode gemittelt. Die Amplitudendifferenzen zwischen der synchronen Target Bedingung und der randomisierten Target Bedingung wurden mit Hilfe einer partiellen Korrelation gegen die Reaktionszeitvorteile regrediert, um herauszufinden, welche Elektroden den Reaktionszeitvorteil zwischen den Bedingungen erklären.

Ergebnisse

RT:

2

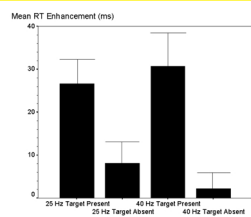


Abb. 2. Reaktionszeiten bei den synchronen Bedingungen traten für die Targets bei 25 und 40 Hz auf.

Die Antworten auf die beiden Target-Bedingungen waren signifikant schneller, als in den Standard-Bedingungen ($F(1,10)=24.82, p=0.001$). Die Reaktionszeitmessungen bestätigten außerdem eine Beschleunigung der Erkennung durch synchrone 40 Hz Priming-Matrizen (siehe Abb. 2), was durch den Haupteffekt Synchronizität widerspiegelt wird ($F(1,10)=21.35, p=0.001$). Da der Effekt nur für die Target-Bedingung auftritt, ergab sich außerdem eine Interaktion Target x Synchronizität ($F(1,10)=16.45, p<0.005$).

Daß der Effekt auch bei 25 Hz auftritt, liegt wahrscheinlich daran, daß bei dieser niedrigen Frequenz einige Probanden die Stimuli in der Primaske sehen konnten.

ERPs:

3

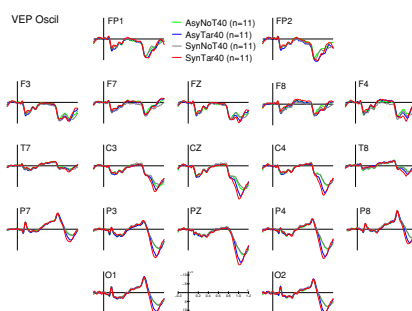


Abb. 3. Die ERPs für alle 4 Bedingungen der 40 Hz Präsentation. Die Primaske (0 - 600 ms) erzeugt im ERP eine N100 (ca. 170 ms). Das danach präsentierte stehende Bild (600 ms - Antwort) erzeugt eine weitere N100 (ca. 800 ms) und eine starke P300 (1000 ms), die für synchrone Targets 50 ms eher auftritt, als für randomisierte Targets.

4

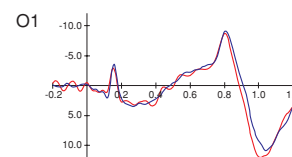
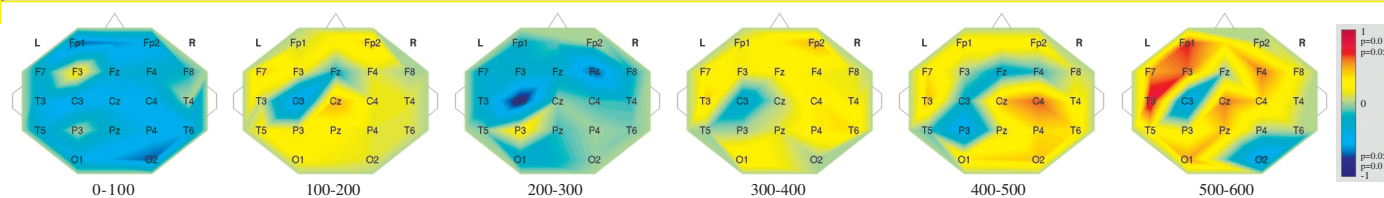


Abb. 4. Vergrößerung der Elektrode O1 für die Bedingungen synchrone (rot) und randomisiertes Target (blau).

Der Onset und das Amplitudenmaximum der P300 korrelierten signifikant mit den Reaktionszeiten. Wie in Abb. 3 dargestellt, wurde das Maximum der P300 in den posterioren Elektroden in den beiden Target-Bedingungen signifikant früher erreicht (449 ms), als in den Standard-Bedingungen (500 ms) ($F(1,10)=36.38, p<0.001$). Außerdem ergab sich für Onset und Amplitude der P300 ein signifikanter Effekt für die Bedingung Synchronizität. Die P300 trat in den synchronen Bedingungen signifikant früher auf ($F(1,19)=13.85, p<0.005$). Wichtig und konsistent mit den RT-Daten war, daß auch die Interaktion Target x Synchronizität bei den ERP-Daten signifikant war ($F(1,19)=18.92, p=0.001$), was zeigt, daß nur die synchronen Targets schnellere P300s hervorrufen (vgl. Abb. 4).

Gamma:

5



Bei der Regression der Amplitudendifferenzen der 40 Hz Aktivität gegen den Reaktionszeitvorteil hat sich gezeigt, daß einige Elektroden den Reaktionszeitvorteil erklären (siehe Abb. 5). Im ersten Zeitfenster (0-100 ms) ist, wenn man die frontopolaren Elektroden aufgrund von Artefakten ausschließt, nur Elektrode

O2 signifikant mit dem Reaktionszeitvorteil korreliert (-0.735). Im nächsten Zeitfenster (100-200 ms) beginnt sich in Elektrode C3 eine negative Korrelation aufzubauen, während alle anderen Elektroden kaum korrelieren. Sie wird jedoch erst im darauffolgenden Zeitfenster (200-300 ms) signifikant (-0.877).

Abb. 5. Maps der Korrelationen zwischen dem Reaktionszeitvorteil und der Differenz der 40 Hz Amplituden zwischen der synchronen und der randomisierten Target-Bedingung für sechs Intervalle von 100 ms während der Primaske.

Diskussion

Wir haben gezeigt, daß die psychophysischen Ergebnisse (RTs) aus Elliott und Müller (1998) sich auch in elektro-physiologischen Ergebnissen (P300) widerspiegeln.

Die Korrelation der 40 Hz Aktivität in C3 mit dem Reaktionszeitvorteil scheint zu zeigen, daß hier die beschleunigte motorische Antwort durch einen oszillierenden Prozeß vorbereitet wird. Dieser Prozeß beginnt über dem primären visuellen Cortex (O2) und manifestiert sich erst nach ca. 200-300ms über dem motorischen Cortex der antwortenden Hand (C3). Diese Ergebnisse passen zu

denen aus Elliott und Müller (1998), in denen gezeigt wurde, daß die Primaske ca. 200-300 ms präsentiert werden muß, bevor der Reaktionszeitvorteil auftritt.

Literatur

[1] Elliott, M.A. and Müller, H.J. Synchronous information presented in 40-Hz flicker enhances visual feature binding, *Psychological Science*, 1998, 9(4):277-283
 [2] Herrmann, C.S., Mecklinger, A., Pfeifer, E. Gamma responses and ERPs in a visual classification task, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1999, (in press)
 [3] Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Delpluch, C. and Pernier, J., Stimulus Specificity of Phase-Locked and Non-Phase-Locked 40 Hz Visual Responses in Human, *The Journal of Neuroscience*, 1996, 16(13):4240-4249