

# Stress und Workload bei der Teamarbeit unter Zeitdruck: Exploration der neurophysiologischen Reaktionen mithilfe eines 4-kanaligen EEGs

Stumpf, J. M. <sup>\*1</sup> & Melcher, W. <sup>†2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Dresden

<sup>2</sup>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Abteilung für Luft- und Raumfahrtpsychologie

\*johanna\_marleen.stumpf@mailbox.tu-dresden.de & †wiebke.melcher@dlr.de

## Einführung

Effiziente **Teamarbeit unter Zeitdruck** ist für operatives Luftfahrtpersonal (z.B. Fluglotsen) von enormer Bedeutung, um die Sicherheit in der Luftfahrt zu gewährleisten.  
→ In der **Eignungsdiagnostik** erfolgt die Prüfung der Teamfähigkeit [1].

**Kognitive Veränderungen** durch Workload (WL) und Stress lassen sich mit einem **EEG** erfassen. Veränderung bei Belastung:  
➤ **Alpha** (mit Entspannung assoziiert) [2]  
➤ **Beta** (mit kognitiver Aktivierung assoziiert) [2]  
➤ **Theta** (mit dem Kurzzeit- (KZG) und Arbeitsgedächtnis (AG) assoziiert) [3, 4, 5]

## Forschungsziel

**Explorative und deskriptive Vorstudie**  
→ Lassen sich Veränderungen in der Hirnaktivität beobachten, insbesondere im Vergleich von Solo- zu Teamdurchgängen?  
→ Machbarkeits- & Aufwandsschätzung für eine größer angelegte Studie mit dem vorhandenen Setting.

## Methodik

**Stichprobe.**  $N = 3$  (2 weiblich),  
 $M_{\text{Alter}} = 26.33$  Jahre,  $SD_{\text{Alter}} = 3.21$  Jahre  
**Ablauf.** Baseline: je 1 min Augen auf bzw. zu, Teamtest: 7 Durchgänge à 4 min (2x Solo, 5x 2er Team, Teampartner konstant gehalten)

**Apparatus.** NeXus 10 MKII (Mind Media): 4-kanaliges EEG mit Ag/AgCl-Elektroden  
**Elektrodenplatzierung.** 10/20 System: über F3, F4, O1, O2, Referenzen auf den Mastoiden, Erdung über Cz

## Datenanalyse

- Software Biotrace+ [6]  
1) Bandpassfilter 4-30 Hz  
2)  $>75\mu\text{V}$  als Artefakt definiert [7]  
3) EMG-Ausschläge ausgeschlossen  
4) Fast Fourier Transformation berechnet

## Referenzen

[1] Seemüller, A., Hasse, C., Münsher, J.-C., Belser, N., Neumann, M., Grasshoff, D., Vogelshohl, V., Heintz, A. & Pecena, Y. (2025). Predictive Validity of Selection and Training for Ab Initio Air Traffic Controllers. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 15(1), 37–44. <https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000294>  
[2] Katmah, R., Al-Shargie, F., Tariq, U., Babiloni, F., Al-Mughairbi, F. & Al-Nashash, H. (2021). A Review on Mental Stress Assessment Methods Using EEG Signals. *Sensors*, 21(15). <https://doi.org/10.3390/s21155043>  
[3] Kamińska, D., Smółka, K. & Zwoliński, G. (2021). Detection of Mental Stress through EEG Signal in Virtual Reality Environment. *Electronics*, 10(22), 2840. <https://doi.org/10.3390/electronics10222840>  
[4] Klimesch, W. (2018). The frequency architecture of brain and brain body oscillations: an analysis. *European Journal of Neuroscience*, 48(7), 2431–2453. <https://doi.org/10.1111/ejn.14192>  
[5] Trapilawati, F., Herliansyah, M. K., Nugraheni, A. S. A. N. S., Fatikasari, M. P. & Tissamodie, G. (2020). EEG-Based Analysis of Air Traffic Conflict: Investigating Controllers' Situation Awareness, Stress Level and Brain Activity during Conflict Resolution. *Journal of Navigation*, 73(3), 678–696. <https://doi.org/10.1017/S0373463319000882>  
[6] Biotrace+ (2018A1) [Software]. (2020). Mindmedia. <https://mindmedia.com/de/products/biotrace>  
[7] Luck, S.J. (2005). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. MIT Press.  
[8] Wriessnegger, S. C., Leitner, M. & Kostoglou, K. (2024). The brain under pressure: Exploring neurophysiological responses to cognitive stress. *Brain and cognition*, 182, 106239. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2024.106239>



Abb. 1: Experimentalsetting © DLR

## Ergebnisse

**Relative Power (%)**  
= Anteil eines Frequenzbands an der Gesamtleistung aller drei Bänder [2]

Abb. 2a : Alpha, Beta und Theta bei VP 1

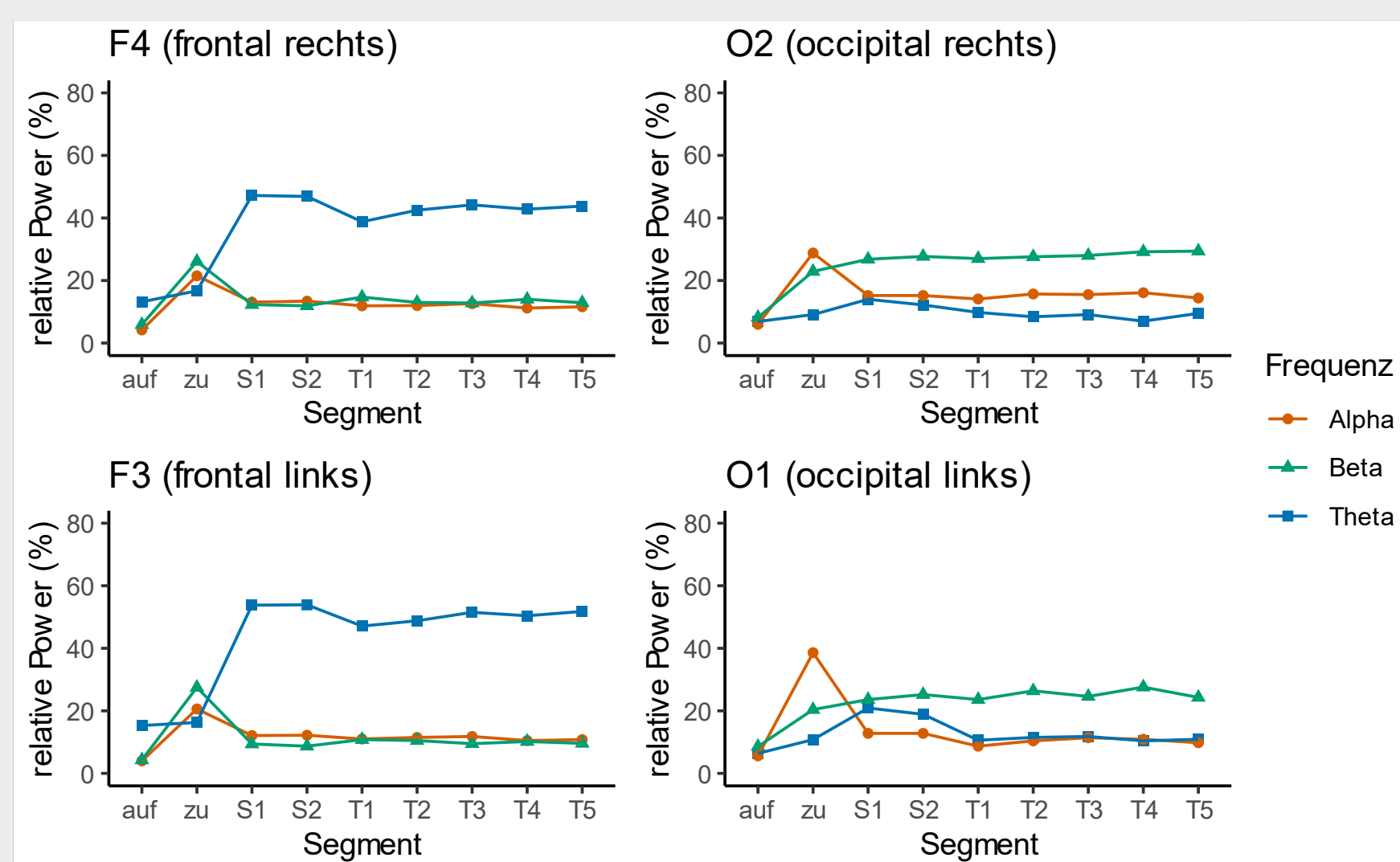


Abb. 2b: Alpha, Beta und Theta bei VP 2

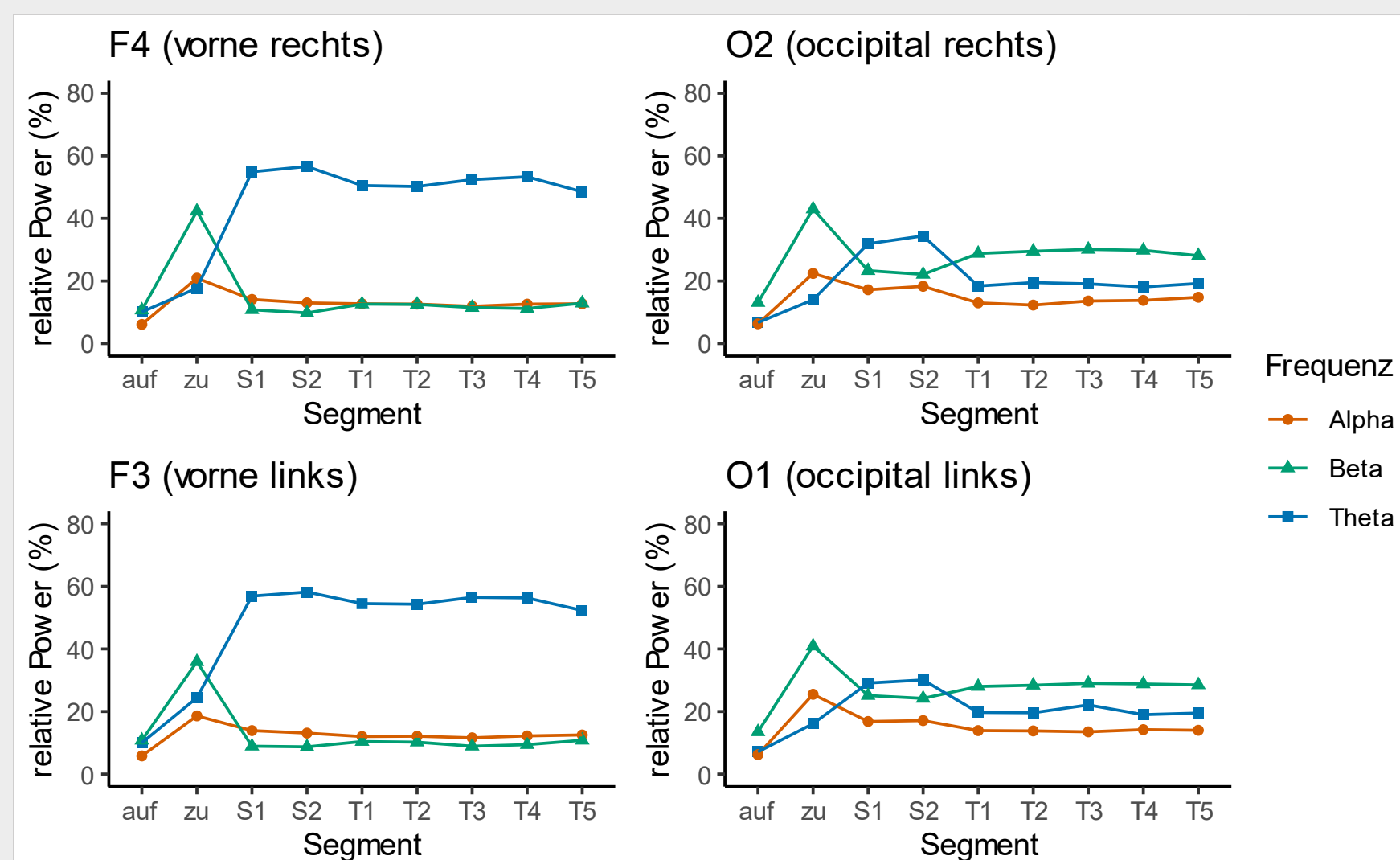
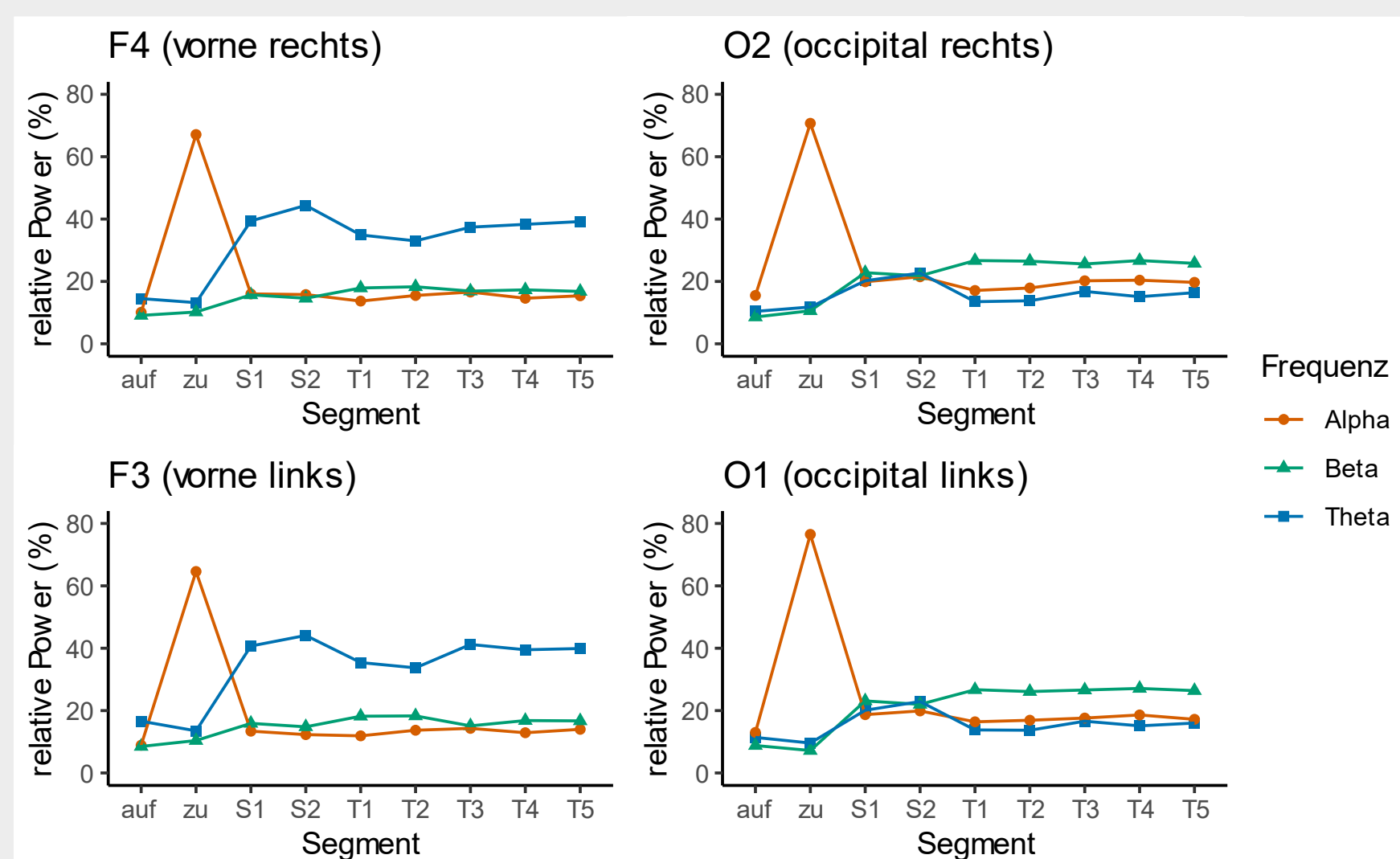


Abb. 2c: Alpha, Beta und Theta bei VP 3



Bemerkungen Abb. 2a bis c.

Segmente: auf = Baseline Augen auf; zu = Baseline Augen zu, S1 & S2 = Solodurchgang 1 & 2, T1 bis T5 = Teamdurchgänge 1 bis 5.

## Diskussion

**Allgemein.** Höhere kognitive Aktivierung in allen Testdurchgängen im Vergleich zur Baseline, die Effekte sind jedoch klein.

**Alpha.** Alpha-Blockade funktioniert, Alpha zeigt leichte Erhöhung während der Solodurchgänge → Anstieg bei kognitiv anspruchsvollen Aufgaben [8].

**Beta.** Tendenziell höhere Beta-Aktivität in den Team- als in den Solodurchgängen → höhere kognitive Aktivierung [2].

**Theta.** Dominanz im frontalen Cortex, in Solodurchgängen erhöht → evtl. stärkere Aktivierung des KZG und AG [4,5].

→ **Solodurchgänge** scheinen **kognitiv anspruchsvoller** zu sein – möglicherweise Entlastung durch Teampartner.

## Limitationen

Nur **wenige Elektroden** & die Elektrodenpositionen wurden nicht genau ausgemessen.

**Artefakt-Anfälligkeit** der Messung durch Untersuchungsbedingungen (50 Hz-Rauschen, Umgebungsgeräusche).

Es wurden **keine subjektiven Ratings** zu Stress/Belastung erfasst.

**Weitere Maße** wären wünschenswert (Hautleitfähigkeit, Herzratenvariabilität)

## Fazit

**Teamarbeit** könnte **kognitiv entlastend** wirken. Dies sollte anhand einer größeren Stichprobe weiter untersucht werden.