

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

Stumpf, J. M.* & Melcher, W.[†]

¹Technische Universität Dresden

²Deutsches Zentrums 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

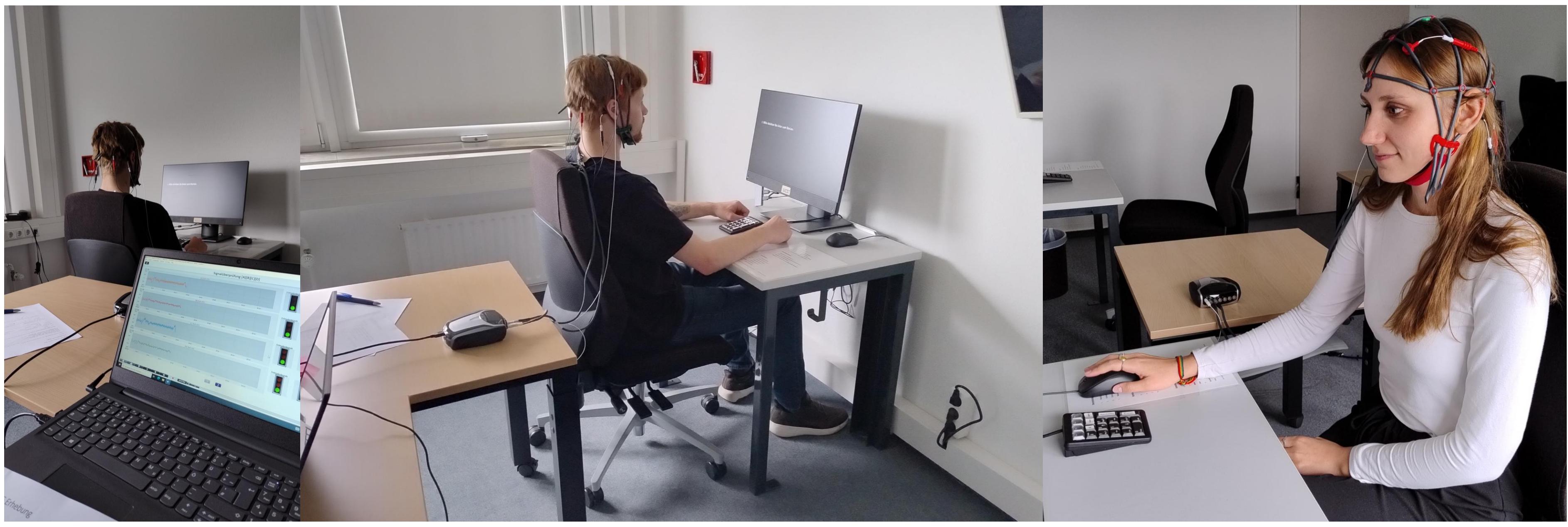


Abb. 1: Experimentalsetting © DLR

Ergebnisse

Relative Power (%)

= Anteil eines Frequenzbands an der Gesamtleistung aller drei Bänder [2]

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

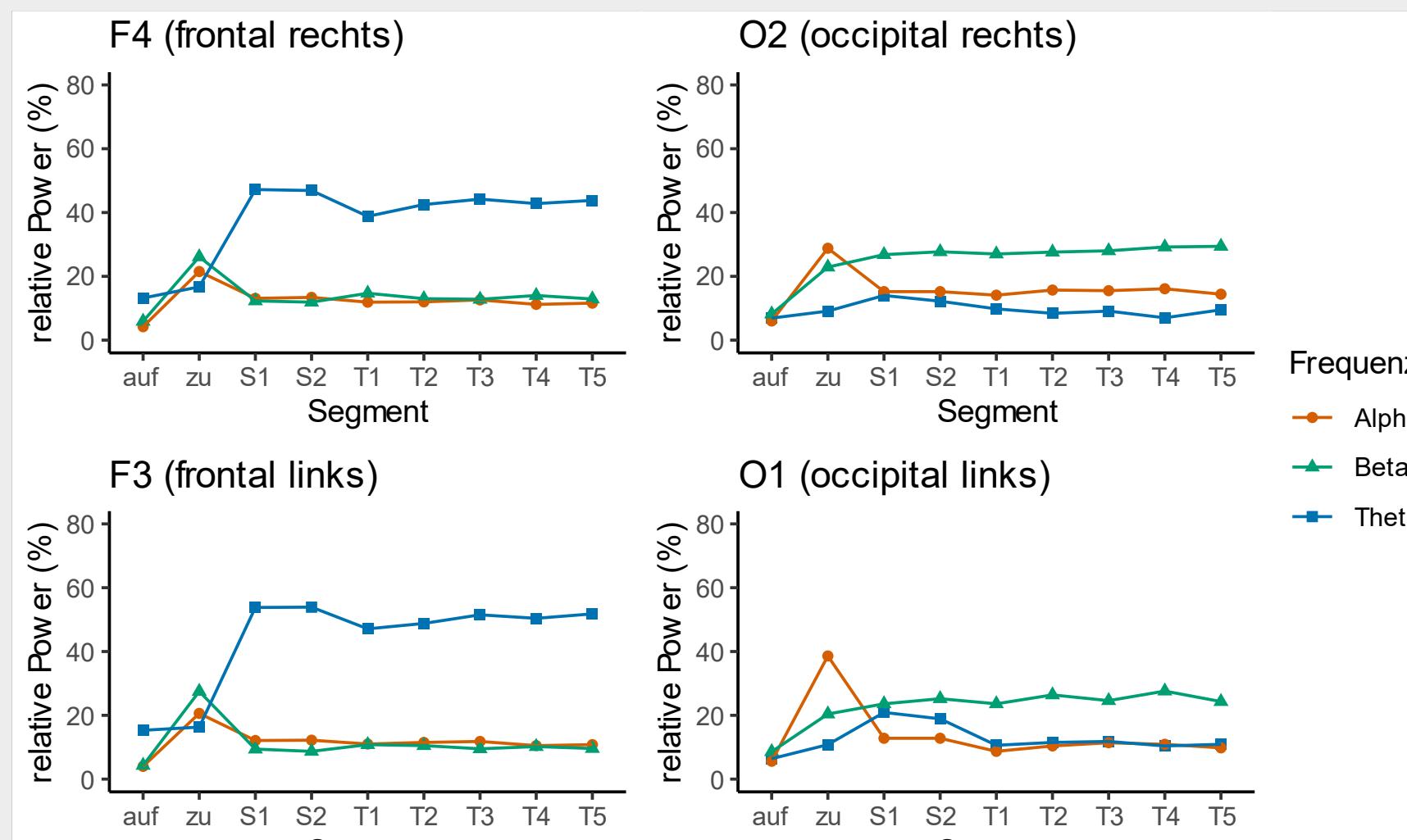


Abb. 2b: Alpha, Beta und Theta bei VP 2

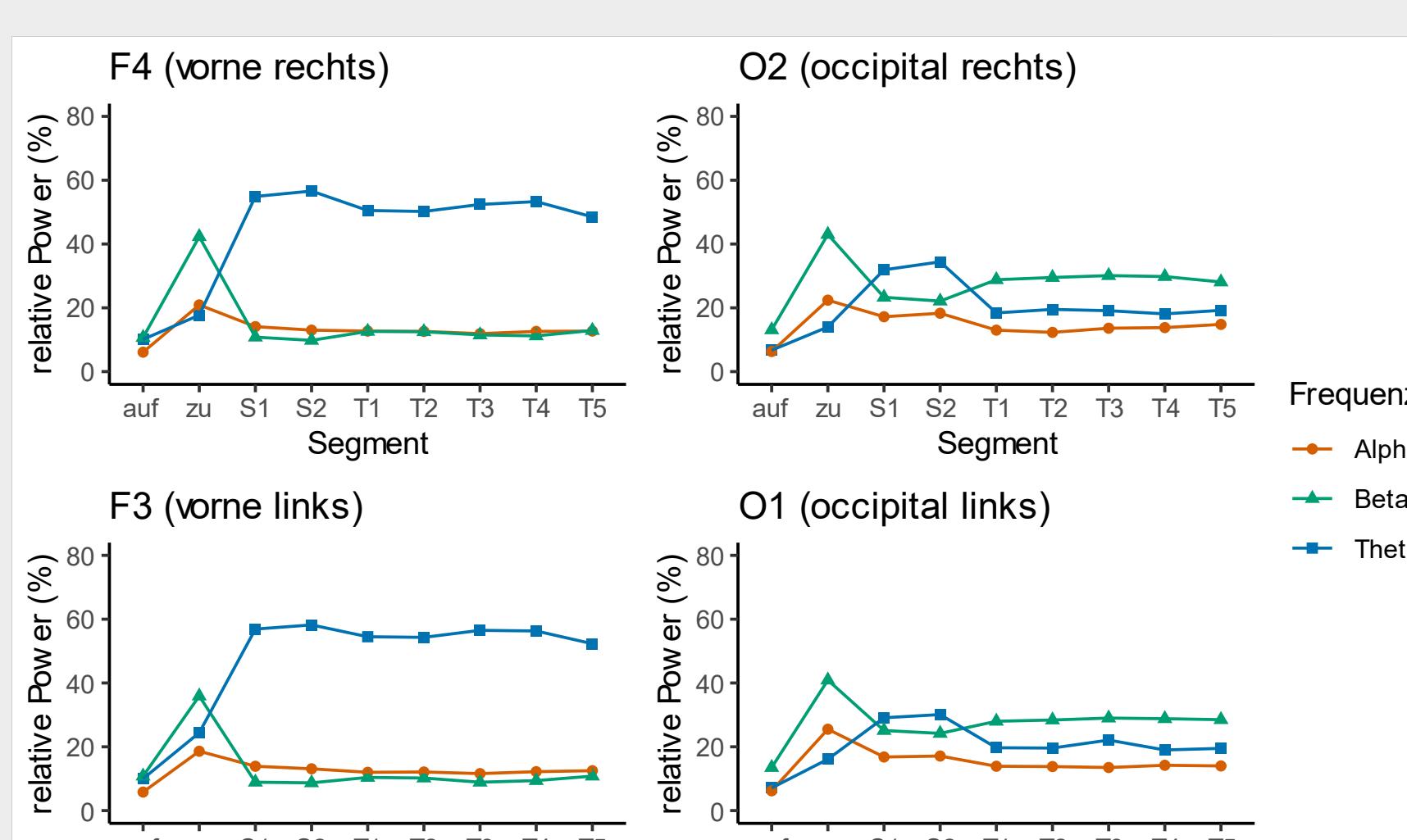
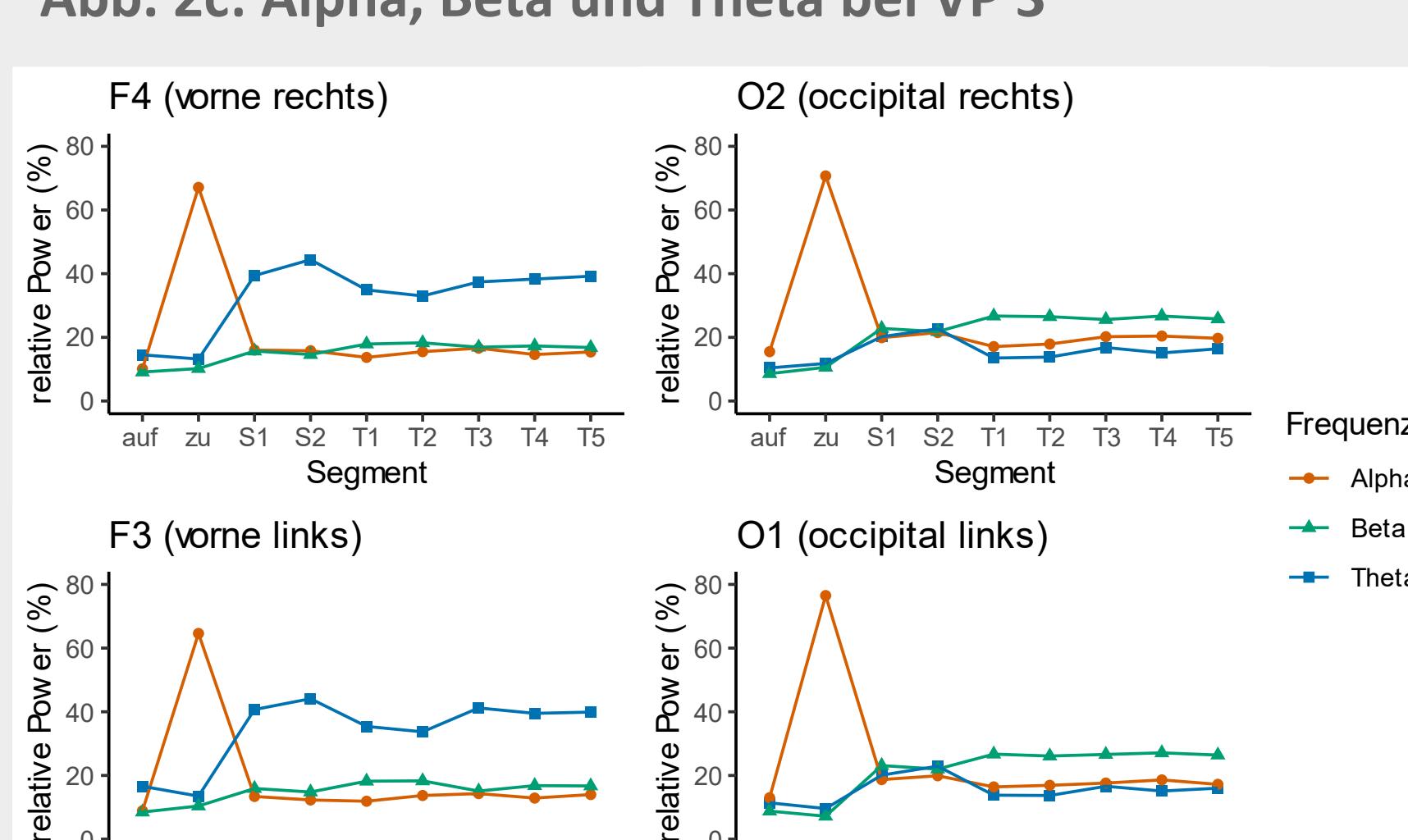


Abb. 2c: Alpha, Beta und Theta bei VP 3



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.

Referenzen

[1] Seemüller, A., Hesse, C., Münscher, J.-C., Belser, N., Neumann, M., Grasshoff, D., Vogelpohl, V., Heintz, A. & Pečena, 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] Katmeh, R., Al-Sharje, 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/sensors21155040>

[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] Trapsilawati, F., Herliansyah, M. K., Nugraheni, A. S. A. N. S., Fatikasari, M. P. & Tissamodio, 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>