

## Wie wirken sich Unterbrechungen im Vergleich zu Ablenkungen auf unsere kognitive Leistungsfähigkeit aus? Ergebnisse einer EEG-Studie

Bianca ZICKERICK, Sven THÖNES, S. Oliver KOBALD,  
Edmund WASCHER, Kristina KÜPER

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund  
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** Unterbrechungen und Ablenkungen können sich negativ auf unsere kognitive Leistungsfähigkeit auswirken, insbesondere in Aufgaben, die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis (AG) stellen. Studien konnten zeigen, dass sich Unterbrechungen negativer auf die Leistungsfähigkeit auswirken als Ablenkungen. Die kognitiven Mechanismen, die diesen unterschiedlichen Leistungsdefiziten zugrunde liegen, wurden jedoch bis dato kaum erforscht. In der vorliegenden EEG-Studie wurden daher Aufmerksamkeitsprozesse nach dem Auftreten von Unterbrechungen und Ablenkungen untersucht. Unsere Ergebnisse belegen, dass sich Unterbrechungen störender auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken als Ablenkungen. Dies kann durch beeinträchtigte Aufmerksamkeitsprozesse nach dem Auftreten von Unterbrechungen erklärt werden.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsunterbrechungen, Ablenkungen, Arbeitsgedächtnis, visuelle Aufmerksamkeit

### 1. Einleitung

In der modernen Arbeitswelt werden wir immer häufiger mit Unterbrechungen (z.B. Telefonanrufen auf die reagiert werden muss) und Ablenkungen (z.B. Hintergrundgeräuschen, die ignoriert werden müssen) konfrontiert. Diese beiden Arten sogenannter externaler Interferenz können sich negativ auf unsere kognitive Leistungsfähigkeit auswirken. Insbesondere in Aufgaben, die eine Anforderung an das Arbeitsgedächtnis (AG) stellen, können Ablenkungen und Unterbrechungen zu längeren Reaktionszeiten und mehr Fehlern führen (Sakai et al. 2002; Zanto & Gazzaley 2009).

Gründe für den negativen Einfluss von externalen Interferenzen werden vor allem in einer hohen Belastung des AGs gesehen. Im AG können Informationen kurzfristig gespeichert und aufrechterhalten werden (Baddeley 2012). Aufmerksamkeitsprozesse können diese Funktionen des AGs unterstützen, indem sie die Selektion relevanter Informationen erleichtern als auch dabei helfen, sich von Ablenkungen durch irrelevante visuelle Reize zu erholen (Cowan 2008; Gazzaley & Nobre 2012). AG- und Aufmerksamkeitsprozesse stellen damit zentrale kognitive Funktionen dar, die für den Umgang mit Unterbrechungen und Ablenkungen essentiell sind. Diese können jedoch sowohl die Aufrechterhaltung von Inhalten im AG unterbinden (Yoon et al. 2006) als auch die Unterdrückung irrelevanter Reize beeinträchtigen (Zanto & Gazzaley 2009). Studien konnten dabei zeigen, dass sich Unterbrechungen negativer auf die Leistung in der Primäraufgabe auswirken als Ablenkungen (Clapp et al. 2010). Dies wird u. a. darauf zurückgeführt, dass Unterbrechungen im Vergleich zu

Ablenkungen mehr kognitive Ressourcen benötigen (Solesio-Jofre et al. 2011). Die genauen kognitiven Mechanismen, die diesen unterschiedlichen Leistungsdefiziten zugrunde liegen, sind bis dato jedoch kaum bekannt. Die vorliegende Elektroenzephalographie (EEG)- Studie hat daher Aufmerksamkeitsprozesse nach dem Auftreten von Unterbrechungen im Vergleich zu Ablenkungen in einer Aufgabe mit AG- Belastung untersucht. Als zentrales ereigniskorreliertes Potenzial (EKP) wurde hierfür die P3 betrachtet, welche ein Korrelat für das Maß der Aufmerksamkeitszuwendung darstellt (Polich 2007). In Anlehnung an frühere Studien wird angenommen, dass sich Unterbrechungen störender auf die kognitive Leistungsfähigkeit in der Primäraufgabe auswirken als Ablenkungen. Da Unterbrechungen mehr kognitive Ressourcen als Ablenkungen in Anspruch nehmen, wird ferner vermutet, dass die Aufmerksamkeit nach Unterbrechungen schlechter zurück auf relevante Informationen der Primäraufgabe gelenkt werden kann. Dies sollte sich auf elektrophysiologischer Ebene durch eine verringerte P3 Amplitude äußern.

## 2. Methode

An der Studie nahmen insgesamt 16 gesunde Versuchspersonen (Vpn) im Alter zwischen 19 und 28 Jahren teil ( $M = 24$  Jahre,  $SD = 2.96$  Jahre, 8 Frauen). Bei allen Vpn handelte es sich um Rechtshänder mit normaler oder korrigierter Sehstärke. Die Teilnahme wurde mit Geld oder Vpn-Stunden vergütet.

Die Studie fand in einer Laborkammer statt, in der den Vpn eine Continuous Number Task (CNT) auf einem Computerbildschirm angezeigt wurde. In der CNT wurden Zahlen von 1- 6 in zufälliger Reihenfolge präsentiert. Die Hauptaufgabe bestand darin, per Tastendruck zu entscheiden, ob die Summe der aktuellen und der vorangegangenen Zahl gerade oder ungerade ist.

Zusätzlich zu den Zahlen wurden in 25% aller Durchgänge in zufälliger Reihenfolge Buchstaben präsentiert. Auf diese sollte blockweise entweder mit Tastendruck reagiert werden (Unterbrechungen) oder sie sollten ignoriert werden (Ablenkungen). Für die Primäraufgabe bedeutete dies, dass sich die vorangegangene Zahl über die Präsentationsdauer der Unterbrechung oder der Ablenkung hinweg gemerkt werden sollte, bevor sie mit der darauffolgenden Zahl addiert werden konnte. Als Kontrollbedingung wurde zudem in bestimmten Blöcken ein verlängertes Fixationskreuz präsentiert, in der die Vpn ohne Interferenz auf die Präsentation der nächsten Zahl warten sollten.

Um die Vpn über die entsprechende Aufgabe zu informieren, wurden vor jedem Block Instruktionen auf dem Computerbildschirm angezeigt. Insgesamt umfasste das Experiment 6 Blöcke; zwei davon mit Unterbrechungen, zwei mit Ablenkungen und zwei weitere mit verlängerten Fixationskreuzen. Ein Durchgang bestand aus einem Fixationskreuz gefolgt von einer Zahl (Standarddurchgang) oder einem Buchstaben (Interferenzdurchgang). Der genaue Ablauf des Experiments wird in Abbildung 1 dargestellt. Ein Block umfasste dabei insgesamt 320 Durchgänge mit 80 Interferenzdurchgängen. Damit belief sich die Dauer des Experiments auf 3 bis 3 ½ Stunden.

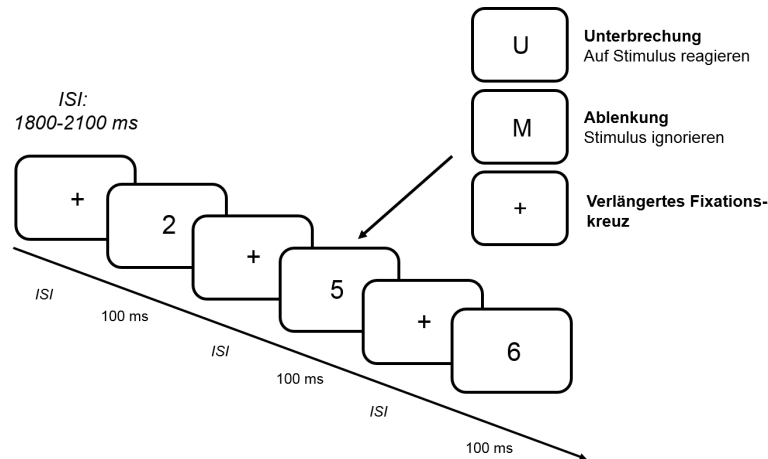


Abbildung 1: Die Abbildung veranschaulicht eine Sequenz mit Standard- und Interferenzdurchgängen. Die Primäraufgabe bestand darin zu entscheiden, ob die Summe der aktuellen und der vorangegangenen Zahl gerade oder ungerade ist. Zusätzlich sollten in 25 % der Durchgänge entweder Buchstaben ignoriert werden (Ablenkungen) oder auf diese reagiert werden (Unterbrechungen). Des Weiteren wurde in bestimmten Blöcken ein verlängertes Fixationskreuz präsentiert (Warten ohne Interferenz). ISI: Interstimulusintervall.

### 3. Ergebnisse

Die Daten wurden über eine zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung und den unabhängigen Variablen *Interferenz* (Unterbrechung vs. Ablenkung vs. verlängertes Fixationskreuz) und *Durchgangstyp* (alle Durchgänge vor einer Interferenz ( $x-n$ ) vs. der Durchgang direkt nach einer Interferenz ( $x+1$ )) analysiert. Die abhängigen Variablen waren Reaktionszeit, Antwortrichtigkeit und P3 Amplitude. Da der Fokus der Studie auf den unterschiedlichen Wirkungen von Unterbrechungen und Ablenkungen lag, wurden die Leistungen in der Primäraufgabe vor und nach einer Interferenz miteinander verglichen. Hierzu wurden Differenzwerte zwischen den Durchgangstypen ( $(x-n)$  minus  $(x+1)$ ) berechnet und mittels  $t$ -Tests für gepaarte Stichproben zwischen den Interferenztypen verglichen. Das Signifikanzniveau wurde Bonferroni-korrigiert.

#### 3.1 Verhaltensdaten

Abbildung 2 zeigt die deskriptiven Ergebnisse hinsichtlich der Rate der korrekten Antworten und der Reaktionszeiten als Funktion der Faktoren Interferenz und Durchgangstyp. Hinsichtlich der Antwortrichtigkeit zeigte sich für beide Faktoren kein signifikanter Haupteffekt (alle  $p > .05$ ), dafür jedoch die signifikante Interaktion *Interferenz*  $\times$  *Durchgangstyp*,  $F(2,30) = 6.58$ ,  $p = .004$ ,  $\eta_p^2 = .30$ . Die Auflösung dieser Interaktion über Differenzwerte zeigt, dass nach Unterbrechungen signifikant mehr Fehler gemacht wurden als nach Ablenkungen,  $t(15) = 3.02$ ,  $p_{\text{adj}} = .027$ ,  $d_z = 0.75$ . Zwischen Ablenkungen und verlängerten Fixationskreuzen wurden dagegen keine signifikanten Unterschiede gefunden ( $p > .05$ ). Mit Blick auf die Reaktionszeiten zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Effekte (alle  $p > .05$ ).

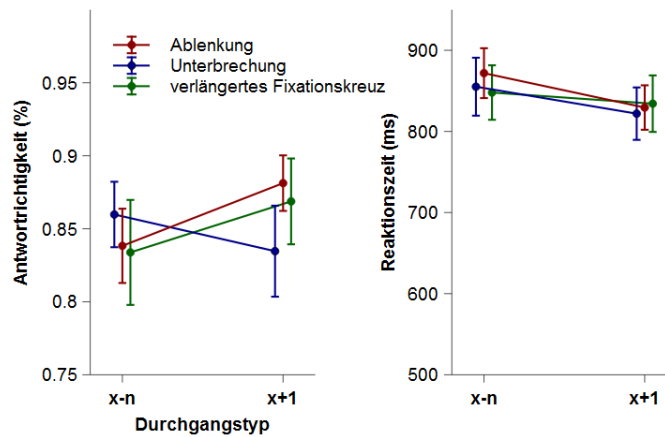


Abbildung 2: Dargestellt ist die mittlere Rate der korrekten Antworten (Antwortrichtigkeit) und die mittlere Reaktionszeit als Funktion der Faktoren Interferenz und Durchgangstyp. Die Fehlerbalken stellen +/- 1 Standardfehler dar.

### 3.2 EEG-Daten

Die P3-Komponente wurde an der Elektrode Pz in einem Zeitfenster von 400 – 600 ms untersucht und wird in Abbildung 3 in Abhängigkeit der Faktoren Interferenz und Durchgangstyp dargestellt. Die durchschnittliche P3 Amplitude war am größten für Durchgänge nach einer Interferenz, was über den signifikanten Haupteffekt *Durchgangstyp* sichtbar wird,  $F(1,15) = 36.85$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .71$ . Des Weiteren konnten signifikante Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Interferenzen über den Haupteffekt *Interferenz* festgestellt werden,  $F(2,30) = 5.72$ ,  $p = .008$ ,  $\eta_p^2 = .28$ . Hier deutet die Auflösung der signifikanten Interaktion *Durchgangstyp* x *Interferenz*,  $F(2,30) = 6.97$ ,  $p = .003$ ,  $\eta_p^2 = .32$ , über Differenzwerte darauf hin, dass die P3 Amplitude nach Unterbrechungen geringer war als nach Ablenkungen,  $t(15) = 3.81$ ,  $p_{adj} = .006$ ,  $d_z = 0.95$ . Dieser Unterschied in der P3 Amplitude konnte zwischen Ablenkungen und verlängerten Fixationskreuzen nicht gefunden werden ( $p > .05$ ).

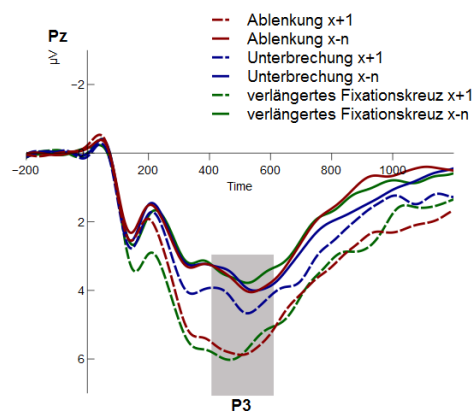


Abbildung 3: Die Abbildung zeigt die durchschnittliche Amplitude der EKP-Komponente P3 an der Elektrode Pz als Funktion der Faktoren Interferenz und Durchgangstyp. Positive Ableitungen werden nach unten gehend dargestellt. Die graue Fläche spiegelt das analysierte Zeitfenster der P3 Komponente (400-600 ms) wider.

## 4. Diskussion

Unsere Ergebnisse zeigen, dass Unterbrechungen und Ablenkungen unterschiedliche Effekte auf die Leistung in einer Primäraufgabe mit AG-Belastung haben. Hinsichtlich Unterbrechungen deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass die Leistung nach solchen signifikant schlechter war als nach Ablenkungen. Dieser Effekt spiegelte sich auf elektrophysiologischer Ebene in einer reduzierten P3 Amplitude nach Unterbrechungen wider. Demnach scheinen nach Unterbrechungen weniger aufmerksamkeitsbezogene Ressourcen für relevante Informationen der Primäraufgabe zur Verfügung zu stehen als nach Ablenkungen.

Für Letztere konnte weder auf Verhaltens- noch auf elektrophysiologischer Ebene ein negativer Einfluss auf die Leistungsfähigkeit festgestellt werden. Unsere Ergebnisse deuten eher daraufhin, dass nach Ablenkungen im Vergleich zu Unterbrechungen mehr kognitive Ressourcen zur Verfügung stehen, sodass die Aufmerksamkeit gut wieder auf die Primäraufgabe gelenkt werden kann. Dieser Befund wird insbesondere durch die erhöhte P3 Amplitude nach Ablenkungen im Vergleich zu Unterbrechungen gestützt.

Unterbrechungen stellen folglich anspruchsvollere externe Interferenzen als Ablenkungen dar und können sich negativ auf Aufmerksamkeitsprozesse sowie die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken. Studien konnten bereits zeigen, dass Unterbrechungen per se mehr kognitive Ressourcen erfordern, und so die Aufrechterhaltung relevanter Informationen im AG unterbinden (Clapp et al. 2010). Unsere Ergebnisse können diese Beeinträchtigungen während der Verarbeitung von Unterbrechungen nun auch bei der Wiederaufnahme einer Primäraufgabe zeigen und deutlich machen, dass unsere Aufmerksamkeit nach Unterbrechungen erschwert auf die Primäraufgabe zurückgelenkt werden kann. Mit Blick auf den Arbeitskontext kann es folglich bedeutsam sein, insbesondere Unterbrechungen in Aufgaben mit einer AG-Belastung zu vermeiden und für gute Voraussetzungen zu sorgen, die eine leichte Rückkehr zur Primäraufgabe ermöglichen.

## 5. Literatur

- Baddeley, A. (2012) Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology* 63(1): 1–29.
- Clapp, W. C., Rubens, M. T., & Gazzaley, A. (2010) Mechanisms of working memory disruption by external interference. *Cerebral Cortex* 20(4): 859–872.
- Cowan, N. (2008) What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in brain research* 169(07): 323–38.
- Gazzaley, A., & Nobre, A. C. (2012) Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences* 16(2): 129–135.
- Polich, J. (2007) Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology* 118(10): 2128–2148.
- Sakai, K., Rowe, J. B., & Passingham, R. E. (2002) Parahippocampal reactivation signal at retrieval after interruption of rehearsal. *J Neurosci* 22(15): 6315–6320.
- Solesio-Jofre, E., Lorenzo-López, L., Gutiérrez, R., López-Frutos, J. M., Ruiz-Vargas, J. M., & Maestú, F. (2011) Age effects on retroactive interference during working memory maintenance. *Biological Psychology* 88(1): 72–82.
- Yoon, J. H., Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2006) Differential effects of distraction during working memory on delay-period activity in the prefrontal cortex and the visual association cortex. *NeuroImage* 29(4): 1117–1126.
- Zanto, T. P., & Gazzaley, A. (2009) Neural Suppression of Irrelevant Information Underlies Optimal Working Memory Performance. *J Neurosci* 29(10): 3059–3066.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten**

65. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft  
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme  
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019**

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,  
Technische Universität Dresden;  
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2019  
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)