

Der Einfluss des Zeitverlaufs auf die Leistung in einer monotonen Aufgabe bei jüngeren und älteren Probanden

Tina MÖCKEL, Edmund WASCHER

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

Kurzfassung: In vielen Berufsfeldern müssen Arbeiter für eine längere Dauer sehr eintönigen und damit mental ermüdenden Aufgaben nachgehen. Es gibt Hinweise darauf, dass dies vor allem bei älteren Menschen verstärkt zu Problemen führen kann. Die vorliegende Studie versucht daher den Einfluss einer lang-anhaltenden und eintönigen kognitiven Aufgabe auf die Leistung von jüngeren und älteren Probanden zu erfassen. Sowohl jüngere, als auch ältere Teilnehmer zeigten im Verlauf einer 3-stündigen Aufgabe eine Verschlechterung ihrer Leistung. Das Absinken der Leistung trat jedoch bei älteren Probanden früher und stärker auf als bei jüngeren. Hingegen scheinen vor allem die älteren Teilnehmer stark von kurzen Pausen zu profitieren, während denen die monotone Aufgabe für kurze Zeit unterbrochen werden kann.

Schlüsselwörter: Zeitverlauf, monotone Aufgabe, mentale Ermüdung, räumliche Reiz-Reaktionsaufgabe, Altersvergleich

1. Einleitung

In vielen heutigen Berufsfeldern ist es nötig, für längere Zeit einer relativ monotonen Aufgabe nachzugehen. Als Beispiel können hier die oft stundenlangen Fahrten von Berufskraftfahrern und Zugführern, teilweise unter erschwerten Bedingungen wie Dunkelheit oder Regen, genannt werden. Studien konnten zeigen, dass ein wichtiger Risikofaktor für Unfälle dabei die mentale Ermüdung darstellt (z.B. Thiffault & Bergeron 2003; Williamson et al. 2011). Mental ermüdete Personen können verschiedene kognitive Defizite, wie beispielsweise Probleme in der zielgerichteten Aufmerksamkeit oder in der exekutiven Kontrolle aufweisen (z.B. Lorist et al. 2000; van der Linden et al. 2003). Sie zeigen Defizite in der Informationsverarbeitung, infolge dessen es zu fehlerhaften oder verlangsamten Handlungen kommen kann (vgl. Boksem et al. 2005; Kato et al. 2009). Ähnliche Leistungseinbußen konnten bereits im Zusammenhang mit steigendem Alter gefunden werden. So scheint beispielsweise mit zunehmendem Alter die Fähigkeit irrelevante Informationen zu ignorieren nachzulassen (z.B. Getzmann et al. 2013; Wachter et al. 2012). Bisherige Befunde zeigen, dass mentale Ermüdung bei älteren Menschen schneller auftreten könnte (Wascher & Getzmann 2014). Die vorliegende Studie widmet sich daher der Frage, inwieweit sich eine lang-andauernde und monotone kognitive Aufgabe auf die Leistung bei jüngeren und älteren Probanden auswirkt und welche Rolle Pausen dabei spielen. Es wurde ein detailliertes experimentelles Design gewählt um untersuchen zu können, inwiefern sich jüngere und ältere Teilnehmer dabei in ihrem Verhalten über die Zeit hinweg unterscheiden.

2. Methode

2.1 Design

An der vorliegenden Studie nahmen 14 Probanden im Alter von 18 bis 30 Jahren sowie 16 Probanden im Alter von 55 bis 80 Jahren freiwillig und nach Unterzeichnung einer Einverständniserklärung teil. Das Experiment bestand aus 3 identischen Blöcken von jeweils knapp 70 Minuten Dauer. Zwischen den Blöcken wurden kurze Pausen von ca. 5 - 10 Minuten eingelegt. Jeder Block war wiederum in 3 identische Subblöcke unterteilt, so dass eine detaillierte Analyse des Zeitverlaufs möglich gemacht werden konnte. Die Probanden mussten während der gesamten Zeit eine einfache räumliche Reiz-Reaktionsaufgabe bearbeiten, eine so genannte Simon Aufgabe (vgl. Simon 1969). Dabei erschien auf einem Bildschirm in unregelmäßigen Abständen entweder rechts oder links neben einem zentrierten Fixationskreuz eines von zwei möglichen Symbolen. Jedem Symbol war eine von zwei Tasten zugeordnet. Die Teilnehmer hatten die Aufgabe nach Erscheinen des Symbols so schnell wie möglich die entsprechende Taste zu drücken und gleichzeitig die Lokation des Symbols auf dem Bildschirm zu ignorieren. Die Probanden wurden während des gesamten Versuchs weder über die aktuelle Uhrzeit, noch über die verbleibende Dauer des Experiments aufgeklärt, um mögliche Motivationseffekte zu vermeiden.

2.2 Datenanalyse

Für die statistische Auswertung der Verhaltensdaten wurden die Reaktionszeiten der richtigen Reaktionen, sowie der Anteil fehlerhafter Reaktionen (Fehlerrate) kalkuliert. Für diese beiden Leistungsparameter wurden jeweils ANOVAs mit den Faktoren ALTER (jung, alt), BLOCK (Block 1, Block 2, Block 3), SUBBLOCK (Subblock 1, Subblock 2, Subblock 3), sowie KORRESPONDENZ (korrespondierend, nicht korrespondierend) berechnet.

3. Ergebnisse

3.1 Reaktionszeiten

Für die Reaktionszeiten zeigten sich ein hochsignifikanter Haupteffekt für den Faktor BLOCK ($F_{(2,56)}=14,91$ $p<0.001$ $\eta^2_p=0,35$), sowie eine signifikante Interaktion ALTER X BLOCK ($F_{(2,56)}=3,58$ $p=0.049$ $\eta^2_p=0,11$). Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, nehmen die Reaktionszeiten über die Zeit hinweg zu. Bei den älteren Probanden ist dieser Anstieg stärker als bei den jüngeren Probanden. Es ergaben sich des Weiteren ein hochsignifikanter Haupteffekt für den Faktor SUBBLOCK ($F_{(2,56)}=11,58$ $p<0.001$ $\eta^2_p=0,29$), sowie eine hochsignifikante Interaktion BLOCK X SUBBLOCK ($F_{(4,112)}=6,24$ $p<0.001$ $\eta^2_p=0,18$). Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, nehmen die Reaktionszeiten auch innerhalb eines Blockes über die Zeit zu. Dieser Anstieg scheint im zweiten und dritten Block stärker zu sein, als im ersten Block. Der hochsignifikante Haupteffekt für den Faktor KORRESPONDENZ ($F_{(1,28)}=107,39$ $p<0.001$ $\eta^2_p=0,79$) zeigt des Weiteren, dass die Reaktionszeiten in korrespondierenden Durchgängen kleiner sind, als in nicht korrespondierenden (siehe Abbildung 1).

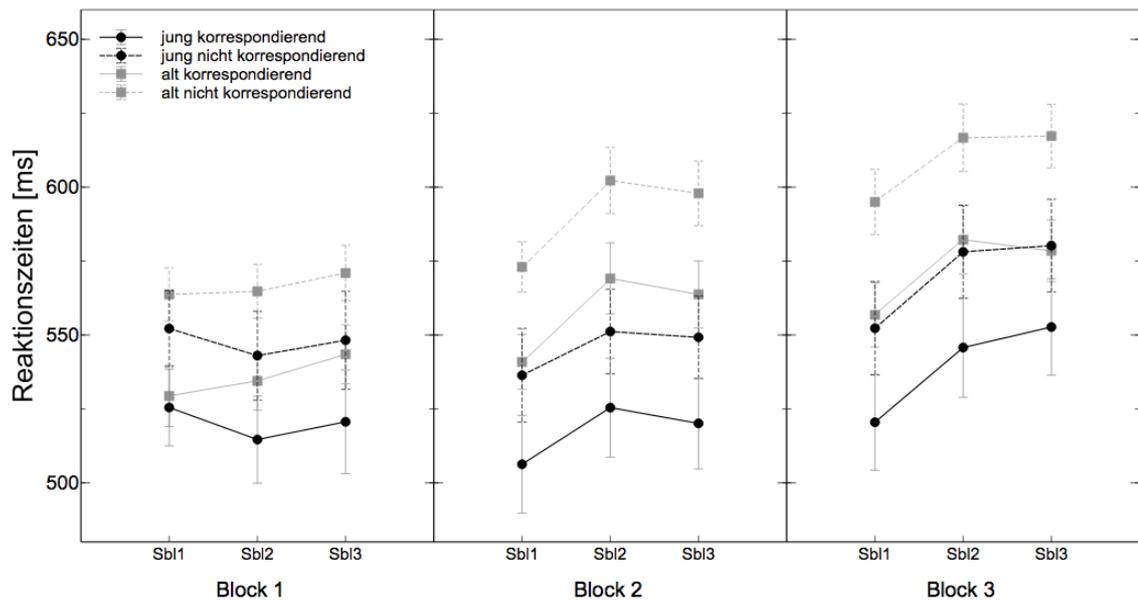


Abbildung 1: Gezeigt werden die Reaktionszeiten jeweils für die 3 Subblöcke (Sbl) jedes Blocks für jüngere (schwarze Linien) und ältere (graue Linien) Probanden. Zwischen den Blöcken fand jeweils eine kurze Pause des Experiments statt. Die durchgezogenen Linien stellen dabei die korrespondierenden, die gestrichelten Linien die nicht korrespondierenden Durchgänge dar. Als Fehlerbalken sind hier die Standardfehler angegeben.

3.2 Fehlerraten

Für die Fehlerraten zeigten sich signifikante Haupteffekte für die Faktoren BLOCK ($F_{(2,56)}=4,33$ $p=0.019$ $\eta^2_p=0,13$) und SUBBLOCK ($F_{(2,56)}=7,36$ $p=0.007$ $\eta^2_p=0,21$). Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, steigt die Fehlerrate sowohl innerhalb der Blöcke, als auch über die Blöcke hinweg im Verlaufe der Zeit an. Die hochsignifikante Interaktion BLOCK X SUBBLOCK ($F_{(4,112)}=7,68$ $p<0.001$ $\eta^2_p=0,22$) zeigt des Weiteren, dass die Fehlerrate im zweiten und dritten Block stärker ansteigt, als im dritten Block (siehe Abbildung 2). Es ergab sich eine weitere signifikante Interaktion ALTER X BLOCK X SUBBLOCK ($F_{(4,112)}=3,39$ $p=0.023$ $\eta^2_p=0,11$). Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, zeigen die älteren Probanden zunächst einen Abfall der Fehlerrate von Subblock 1 zu Subblock 2, welchen die jüngeren Probanden nicht aufweisen. Im weiteren Verlauf steigt die Fehlerrate der älteren Probanden dagegen steiler an, als die der jüngeren Probanden. Wie der hochsignifikante Haupteffekt für den Faktor KORRESPONDENZ ($F_{(1,28)}=43,85$ $p<0.001$ $\eta^2_p=0,61$), sowie die signifikante Interaktion BLOCK X KORRESPONDENZ ($F_{(2,56)}=3,62$ $p=0.046$ $\eta^2_p=0,11$) zeigen, ist die Fehlerrate für korrespondierende Durchgänge kleiner, als für nicht korrespondierende Durchgänge. Diese Differenz scheint im Verlaufe der Zeit noch anzusteigen (siehe Abbildung 2). Es zeigte sich des Weiteren eine signifikante Interaktion ALTER X BLOCK X SUBBLOCK X KORRESPONDENZ ($F_{(4,112)}=2,74$ $p=0.046$ $\eta^2_p=0,09$), die darauf hindeutet, dass die zuvor beschriebenen Verläufe sich zwischen jüngeren und älteren Probanden unterscheiden (siehe Abbildung 2).

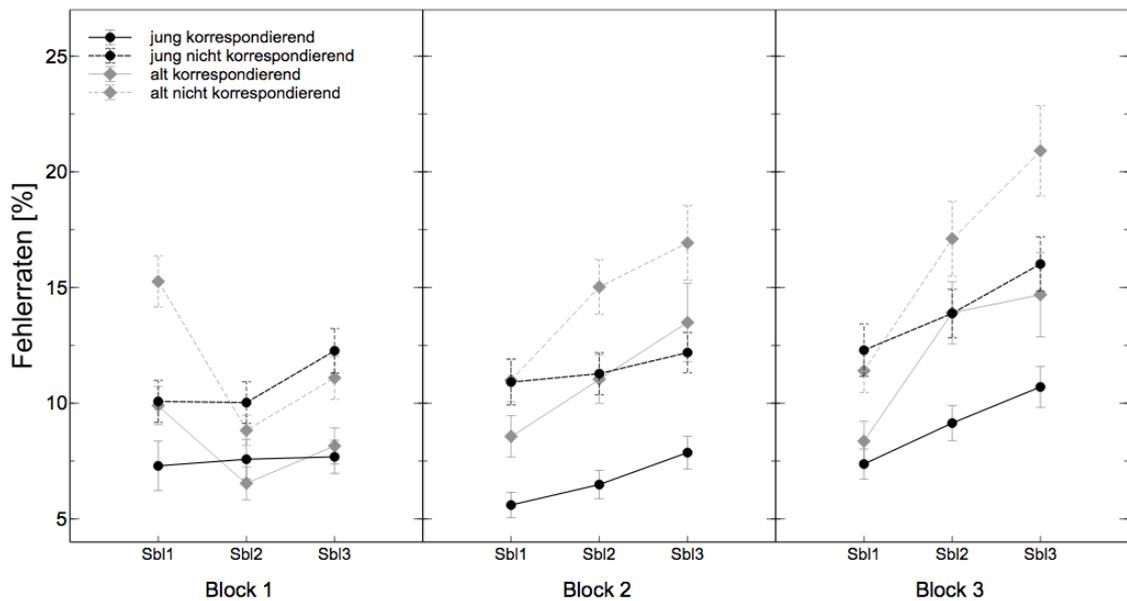


Abbildung 2: Gezeigt werden die Fehlerraten jeweils für die 3 Subblöcke (Sbl) jedes Blocks für jüngere (schwarze Linien) und ältere (graue Linien) Probanden. Zwischen den Blöcken fand jeweils eine kurze Pause des Experiments statt. Die durchgezogenen Linien stellen dabei die korrespondierenden, die gestrichelten Linien die nicht korrespondierenden Durchgänge dar. Als Fehlerbalken sind hier die Standardfehler angegeben.

4. Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass sowohl jüngere, als auch ältere Probanden in einer monotonen, lang-andauernden kognitiven Aufgabe im Verlaufe der Zeit eine Verschlechterung ihrer Leistung zeigen (vgl. Boksem et al. 2005). Möglicherweise kann diese Verschlechterung auf einen Anstieg der mentalen Ermüdung der Teilnehmer zurückzuführen sein, die dazu führt, dass Probanden irrelevante Informationen nicht länger auf effiziente Weise unterdrücken können (vgl. Boksem et al. 2006). Diese Interpretation wird noch weiter durch den Befund bestärkt, dass die Differenz in den Fehlerraten zwischen korrespondierenden und nicht korrespondierenden Durchgängen im Laufe der Zeit ansteigt. Interessanterweise scheinen die jüngeren Probanden ihre Leistung für längere Zeit auf einem angemessenen Niveau halten zu können, als die älteren Probanden (vgl. Wascher & Getzmann 2014). Einige psychophysiologische Studien weisen daraufhin, dass jüngere Personen ihre kognitiven Ressourcen bei lang-andauernden Aufgaben anpassen, so dass sie auch über längere Zeit eine ausreichende Leistung erbringen können. Ältere Teilnehmer dagegen scheinen zu dieser Anpassung nicht hinreichend fähig zu sein (z.B. Wascher & Getzmann 2014). Im Gegensatz dazu profitieren die älteren Teilnehmer deutlich stärker als die jüngeren von kurzen Pausen, in denen sie die monotone Aufgabe für kurze Zeit unterbrechen können. Andere Studien konnten zeigen, dass ältere Probanden keine Leistungseinbußen in längeren kognitiven Aufgaben zeigen, sofern während des Experiments ein regelmäßiger Aufgabenwechsel stattfindet (z.B. Falkenstein et al. 2002). Diese Ergebnisse legen nahe, dass vor allem ältere Personen anfälliger für mentale Ermüdung bei sehr lang-

andauernden monotonen Arbeiten sind. Mit regelmäßigen kurzen Unterbrechungen der monotonen Arbeit (z.B. durch kurzzeitige Pausen oder Aufgabenwechsel) scheint es allerdings möglich, diesem Effekt entgegenzuwirken.

5. Literatur

- Boksem AS, Meijman TF, Lorist MM (2005) Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. *Cognitive Brain Research* 25:107-116.
- Boksem AS, Meijman TF, Lorist MM (2006) Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology* 72:123-132.
- Falkenstein M, Hoormann J, Hohnsbein J (2002). Inhibition-Related ERP Components: Variation with Modality, Age, and Time-on-Task. *Journal of Psychophysiology* 16:167-175.
- Getzmann S, Gajewski PD, Falkenstein M (2013) Does age increase auditory distraction? Electrophysiological correlates of high and low performance in seniors. *Neurobiological Aging* 34:1952-1962.
- Kato Y, Endo H, Kizuka T (2009) Mental fatigue and impaired response processes: Event-related brain potentials in a Go/NoGo task. *International Journal of Psychophysiology* 72:204-211.
- Lorist MM, Klein M, Nieuwenhuis S, De Jong R, Mulder G, Meijman TF (2000) Mental fatigue and task control: planning and preparation. *Psychophysiology* 37:614-625.
- Simon JR (1969) Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology* 81:174-176.
- Thiffault P, Bergeron J (2003) Monotony of road environment and driver fatigue: a simulator study. *Accident Analysis and Prevention* 35:381-391.
- van der Linden D, Frese M, Meijman TF (2003) Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning. *Acta Psychologica* 113:45-65.
- Wascher E, Getzmann S (2014) Rapid mental fatigue amplifies age-related attentional deficits. *Journal of Psychophysiology* 28:215-224.
- Wascher E, Schneider D, Hoffmann S, Beste C, Sängler J (2012) When compensation fails: Attentional deficits in healthy ageing caused by visual distraction. *Neuropsychologia* 50:3185-3192.
- Williamson A, Lombardi DA, Folkard S, Stutts J, Courtney TK, Connor JL (2011) The link between fatigue and driver safety. *Accident Analysis and Prevention* 43:498-515.