

Wann stört Lärm das geistige Arbeiten? Einfluss von Aufgaben- und Geräuschcharakteristiken bei der Wirkung moderaten Lärms auf Arbeitsgedächtnisleistungen

Kirstin Bergström, Thomas Lachmann & Maria Klatt

Psychologie II, Technische Universität Kaiserslautern, E-Mail: kirstin.bergstroem@sowi.uni-kl.de

Einleitung

Die Frage nach den Wirkungen von Lärm mittlerer Pegel auf kognitive Leistungen ist seit langem Gegenstand intensiver Forschung. In diesbezüglichen Studien erwiesen sich Aufgaben, die das Verfügbarhalten und Verarbeiten von Information im Arbeitsgedächtnis erfordern, als besonders anfällig für Störungen durch Hintergrundlärm [1]. Die serielle Wiedergabeleistung für visuell präsentierte, verbale Items wird durch aufgabenirrelevante Hintergrundsprache beeinträchtigt. Theoretische Erklärungen dieses sogenannten *Irrelevant Speech Effekts* (ISE) unterscheiden sich bezüglich der Bedeutung der phonologischen Prozesse, die der Entstehung des ISE beigemessen wird. Klassische Theorien nehmen an, dass Sprache einen automatischen Zugang zum Arbeitsgedächtnis hat, wo sie mit der Retention phonologischer Codes interferiert [1]. Andere Erklärungen führen den ISE auf Interferenzen mit dem Aufrechterhalten modalitätsunabhängiger Reihenfolgerepräsentationen [2] oder auf die Bindung von Aufmerksamkeitsressourcen zurück [3]. Jones, Beaman und Macken [2] konnten Leistungsbeeinträchtigungen durch nicht-sprachliche Hintergrundgeräusche nachweisen. Nach der *Changing-State-Hypothese* ist die akustische Variabilität für die Störwirkung entscheidend und somit Sprache und Nicht-Sprache bei gleichem *Changing-State* funktional äquivalent. Hintergrundgeräusche ohne *Changing-State-Merkmale* beeinträchtigen demnach die Arbeitsgedächtnisleistung nicht oder in geringem Maße [4]. Ausgehend von der Annahme, dass phonologische Prozesse beim ISE eine entscheidende Rolle spielen, wurden in einer Studie von Bergström, Lachmann und Klatt (subm.) die Auftretensbedingungen des ISE durch Variation von Aufgaben- und Geräuschcharakteristiken analysiert. Diese Studie soll im Folgenden genauer vorgestellt werden.

Experiment 1: Variation der Aufgabencharakteristiken

Unter der Annahme, dass die Störwirkung durch aufgabenirrelevante Hintergrundsprache umso größer ist, je größer die Anforderungen an phonologische Speicherprozesse bei der Aufgabe sind, wurde eine serielle Orderrekonstruktionsaufgabe mit verbalen, visuellen und visuo-räumlichen Stimuli durchgeführt. Der Stimulustyp variierte zwischen den Probanden (*group factor*). Die Geräuschbedingungen (*Ruhe, irrelevante Sprache*) wurden innerhalb der Probanden variiert (*within-subject factor*).

Methode Experiment 1

Stichprobe: Insgesamt nahmen 80 Studenten am Experiment teil. Die Probanden wurden zufällig einer der vier Stimulustyp-Bedingungen zugeordnet (jeweils N=20).

Geräusch: In der Sprachbedingung (Speech) wurde dänische Sprache mit einem Pegel von 59 dB eingesetzt.

Aufgabe: In dieser seriellen Orderrekonstruktionsaufgabe wurden Stimulustypen mit unterschiedlichen Anforderungen an phonologische Speicherprozesse dargeboten: *Buchstaben* (höchste phonologische Anforderungen), *Pseudobuchstaben* (buchstabenähnliche Zeichen ohne Bezug zu Lauten), *Muster* (schwer benennbar) und *visuo-räumliche Stimuli* (keine phonologische Anforderungen). In Anlehnung an die Studie von Jones, Farrand, Stuart und Morris [4] wurden bei der *visuo-räumlichen* Aufgabe nacheinander Punkte an verschiedenen räumlichen Positionen des Displays dargeboten. Nach der seriellen Darbietung der zu erinnern Items wurden alle zuvor präsentierten Items simultan in einem Antwortdisplay dargeboten. Die Aufgabe der Probanden war es, die zu erinnern Items in der zuvor präsentierten Reihenfolge anzuklicken. Die Geräuschbedingungen (*Ruhe, Sprache*) variierten zufällig über die Trials hinweg.

Ergebnisse Experiment 1

Die Leistungen in den verschiedenen Versuchsbedingungen sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Vergleichbarkeit der Schwierigkeit der Stimulustypen in Ruhebedingung wurde durch eine einfaktorische Varianzanalyse (ANOVA) nachgewiesen.

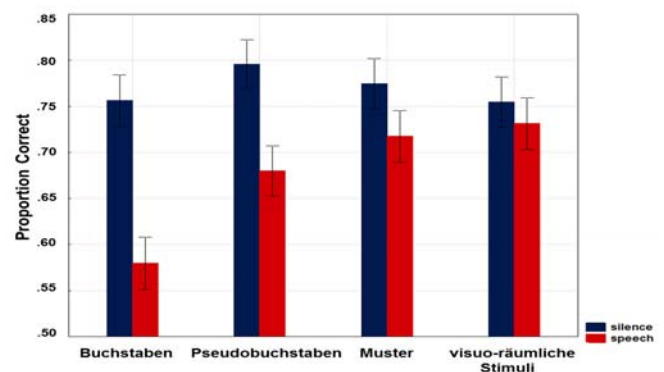


Abbildung 1: Leistung (Anteil korrekter Antworten) in den verschiedenen Versuchsbedingungen (Silence vs. Speech) in Experiment 1.

Eine zweifaktorielle ANOVA erbrachte keinen Effekt des Stimulustyps, aber einen signifikanten Einfluss der Geräuschbedingung ($p < .001$) sowie eine Interaktion zwischen Geräuschbedingung und Stimulustyp ($p < .001$).

Die ISE-Raten, welche für jeden Stimulustyp einzeln errechnet und als abhängige Variable in einer einfaktoriellem ANOVA analysiert wurden, unterschieden sich signifikant ($p < .001$). Bonferoni-korrigierte Post-hoc-Tests bestätigten einen größeren ISE für den Stimulustyp *Buchstaben* verglichen mit allen anderen Stimulustypen ($p < .05$). Beim *visuo-räumlichen* Stimulustyp konnte kein Leistungsunterschied zwischen *Ruhe* und *Sprache* nachgewiesen werden.

Experiment 2: Variation der Geräuschcharakteristiken

Unter der Annahme, dass sprachliche Störgeräusche einen größeren Störeffekt als nicht-sprachliche Störgeräusche mit vergleichbarem *Changing-State* bewirken, wurde in Experiment 2 die serielle Orderrekonstruktion unter sprachlichen und nicht-sprachlichen Störgeräuschen vergleichbarer akustischer Struktur und Komplexität miteinander verglichen.

Methode Experiment 2

Stichprobe: Am Experiment 2 nahmen 30 Studenten teil.

Geräusche: Neben der Geräuschbedingung *Ruhe* gab es zwei Störbedingungen: *Sprache* und *Spektral Rotierte Sprache*. Die Störbedingung *Sprache* bestand aus einer Reihe verschiedener Konsonant-Vokal-Verbindungen (ba, be, bi etc.). Für die nicht-sprachliche Störbedingung wurden diese Sprachreize spektral rotiert (*Spektral Rotierte Sprache*). *Spektral Rotierte Sprache* weist die gleiche temporale und spektrale Komplexität wie *Sprache* auf [6].

Aufgabe: Bei dieser seriellen Orderrekonstruktionsaufgabe wurden 8 Buchstaben pro Trial dargeboten. Die Aufgabe der Probanden war es, die zu erinnernden Items in der zuvor präsentierten Reihenfolge auf dem Antwortdisplay anzuklicken. Die Geräuschbedingungen variierten zufällig.

Ergebnisse Experiment 2

Die Leistungen in den verschiedenen Geräuschbedingungen sind in Abbildung 2 dargestellt.

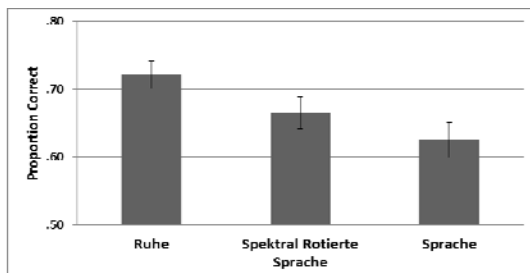


Abbildung 2: Leistung (Anteil korrekter Antworten) in den verschiedenen Geräuschbedingungen in Experiment 2.

Eine einfaktoriellem ANOVA ergab einen signifikanten Effekt der Geräuschbedingung ($p < .001$). Bonferoni-korrigierte Posthoc-Tests ergaben einen Unterschied zwischen *Ruhe* und *Spektral Rotierter Sprache* ($p < .001$) sowie zwischen *Ruhe* und *Sprache* ($p < .01$). Die mittlere Leistung in *Sprache* war schlechter als bei *Spektral Rotierter Sprache* ($p < .05$), d.h. die Störwirkung durch *Sprache* war größer als durch *Spektral Rotierte Sprache*.

Diskussion

In Bergström et al. (subm.) wurde der Einfluss von Aufgaben- und Geräuschcharakteristiken auf den ISE untersucht. Die Ergebnisse von Experiment 1 sprechen für eine Abhängigkeit des ISE von den Anforderungen der Aufgabe an phonologische Speicherprozesse. Bei *Buchstaben* (höchsten phonologische Anforderungen) konnte ein größerer ISE im Vergleich zu allen anderen Stimulustypen nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu den Befunden von Jones et al. [5] war die Leistung bei *visuo-räumlichen Stimuli* unempfindlich gegenüber einer sprachlichen Störbedingung. Der stärkere ISE bei *Sprache* im Vergleich zu *Spektral Rotierter Sprache* in Experiment 2 zeigt, dass die Störwirkung nicht nur abhängig von den *Changing-State*-Merkmale eines Hintergrundgeräuschs ist, sondern auch von dessen Sprachlichkeit beeinflusst wird. Die Ergebnisse unterstützen die Annahme, dass sprachliche Geräusche obligatorischen Zugang zum Arbeitsgedächtnis erhalten (*direct access*) und mit simultan ablaufenden Behaltens- und Verarbeitungsprozessen interferieren. Diese Wirkungen sind nicht durch Aufmerksamkeitsablenkung erklärbar, sondern stellen automatisch ablaufende Funktionsstörungen eines kognitiven Systems dar, welches bei zahlreichen kognitiven Anforderungen, so auch bei vielen Routinetätigkeiten an Büroarbeitsplätzen, von maßgeblicher Bedeutung ist. Insbesondere bei Arbeitsplätzen mit Aufgaben mit hohen Anforderungen an das phonologische Arbeitsgedächtnis sind effektive Maßnahmen zur Reduktion der Störwirkung durch Hintergrundsprache erforderlich.

Literatur

- [1] Salamé, P. & Baddeley, A. D.: Disruption of short-term memory by unattended speech: Implication for the study of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 21 (1982), 150-164
- [2] Jones, D., Beaman, C. P. & Macken, W. J.: The object oriented episodic record model. In S. E. Gathercole (Eds.), *Models of short-term memory* (S. 209-238). Psychology Press, Hove, UK, 1996
- [3] Cowan, N.: *Attention and memory: An integrated framework*. Oxford University Press, New York, 1995
- [4] Ellermeier, W. & Hellbrück, J.: Is level irrelevant in irrelevant speech? Effects of loudness, signal-to-noise ratio, and binaural unmasking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24 (1998), 1406-1414
- [5] Jones, D., Farrand, P., Stuart, G. & Morris, N.: Functional Equivalence of verbal and spatial information in serial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and Cognition* 21 (1995), 1008-1018
- [6] Blesser B.: Speech perception under conditions of spectral transformation: I. Phonetic characteristics. *Journal of Speech and Hearing Research* 15 (1972), 5-41