

# Wirkung irrelevanter Sprache unterschiedlicher Sprachverständlichkeit auf die Arbeitsgedächtnisleistung

Sabine J. Schlittmeier<sup>1</sup>, Rainer Thaden<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kath. Univ. Eichstätt-Ingolstadt, 85072 Eichstätt, Deutschland, Email: Sabine.Schlittmeier@ku-eichstaett.de

<sup>2</sup> RWTH Aachen, 52056 Aachen, Deutschland, Email: rth@akustik.rwth-aachen.de

## Fragestellung

Lärm ist eine der häufigsten, nach manchen Untersuchungen auch die häufigste Quelle von Beschwerden bei Büroarbeitskräften, wobei insbesondere die Gespräche der Kollegen als störend bzw. belästigend erlebt werden (vgl. z.B. [1]). Dass Hintergrundsprache jenseits eines subjektiven Störungserlebens kognitive Leistungen beeinträchtigt, belegt der Irrelevant Speech Effect (ISE). Dieser immer wieder gefundene Effekt beschreibt die durch Sprache hervorgerufene signifikante Minderung der Arbeitsgedächtniskapazität für gelesenes Behaltensmaterial. Der ISE tritt auch dann auf, wenn die Sprache für die Aufgabenbearbeitung irrelevant ist und ignoriert werden soll. Der Effekt wird im Rahmen von Arbeitsgedächtnismodellen erklärt und auf den durch die Hintergrundsprache bedingten Informationsverlust bei den Gedächtnisrepräsentationen des Behaltensmaterials zurückgeführt (vgl. z.B. [2]). Semantik und Lautstärke der Sprache spielen hierbei keine Rolle entsprechend der wiederholt belegten Unabhängigkeit der Störwirkung irrelevanter Sprache von ihrem semantischen Gehalt (Muttersprache stört vergleichbar stark wie Fremdsprache, z.B. [3]) bzw. von ihrem Pegel in einem Bereich von 40 bis etwa 75 dB(A) (z.B. [4], [5]). Aufgrund dieser Befunde stellt sich die Frage, ob die beiden häufigsten Maßnahmen zur Lärmbekämpfung in Büroumwelten – Pegelabsenkung und Reduktion der Sprachverständlichkeit – die Störwirkung irrelevanter Sprache auf die Arbeitsgedächtnisleistung tatsächlich mindern.

Daher prüften wir die Wirkung irrelevanter Sprache unterschiedlicher Sprachverständlichkeit, wie sie in einem Nachbarbüro zu hören wäre, auf die Arbeitsgedächtnisleistung. Mit einem Pegel von 35 dB(A) wurden unsere auralisierten Sprachschalle der in Büroumwelten relevanten Situation gerecht, waren aber leiser als in Untersuchungen zum ISE üblich (etwa 55 – 70 dB(A)).

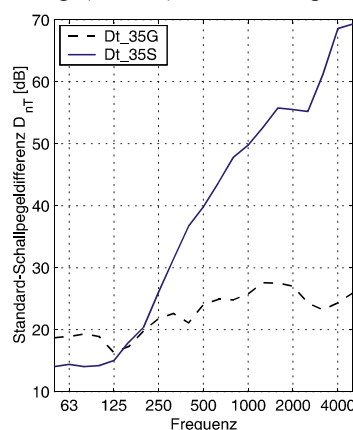
## Experimentelle Untersuchungen

### Exp. 1: Semantisch verständliche Sprache

#### Methode

Mit Hilfe einer bauakustischen Auralisation (vgl. [6]) wurden Sprachschalle erzeugt, wie sie in einem Raum hörbar wären, wenn der Sprecher im Nebenraum säße. Entsprechend war die auralisierte Sprache durch den Frequenzgang der Schalldämmung und den Nachhall des Empfangsraums beeinflusst. Als Ausgangssignal (Senderraum) diente der Sprachschalle eines deutschen und damit eines für unsere Versuchspersonen (Vpn) semantisch verständlichen Sprechers.

Die Wahl zweier unterschiedlicher Verläufe der Schalldämmung (Abb. 1) führte zu Sprachsignalen mit unterschiedlicher Sprachverständlichkeit, die durch das starke Tiefpassverhalten der Situation Dt\_35S deutlich reduziert wurde (Abb. 1). In Hörversuchen wurden in einem Satztest mit relativ einfachen und semantisch sinnvollen Sätzen, die von den Vpn nachzusprechen waren, Wortverständlichkeiten von 98% für Dt\_35G ermittelt bzw. von nur 75% für Dt\_35S.

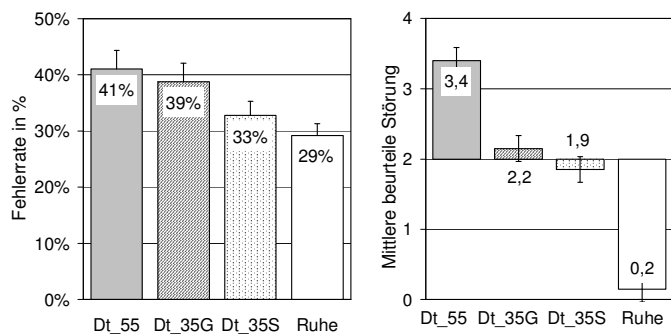


**Abbildung 1:** Standard-Schallpegeldifferenz der beiden verwendeten Bausituationen

In Exp. 1 wurde die Wirkung des Ausgangssignals (55 dB(A); Dt\_55) und die der beiden auralisierten Versionen auf die Arbeitsgedächtnisleistung geprüft (je 35 dB(A), und zwar mit hoher bzw. niedriger Sprachverständlichkeit: Dt\_35G bzw. Dt\_35S). Dazu bearbeiteten 20 Vpn unter diesen drei Sprachschallen sowie unter Ruhe serielle Behaltensaufgaben, eine Standardaufgabe zur Erfassung der verbalen Arbeitsgedächtnisleistung. Dabei wurden die Ziffern von 1 bis 9 nacheinander in zufälliger Reihenfolge visuell präsentiert (700 ms on, 300 ms off) und waren nach einem Retentionsintervall von 10 s in genau der präsentierten Reihenfolge wiederzugeben (Serial Recall). Unter jeder Schallbedingung waren 20 aufeinander folgende Trials zu bearbeiten (Balancierung der Schallreihenfolge über die Vpn). Nach jeder Schallbedingung war auf einer Skala von 0 (gar nicht) bis 4 (außerordentlich) zu beurteilen, wie störend der Schall bei der Aufgabenbearbeitung empfunden wurde. Das Experiment fand in einer Hörkabine statt. Die Präsentation der Hintergrundschalle erfolgte über Kopfhörer.

#### Ergebnisse

Beide Sprachschalle mit hoher Sprachverständlichkeit minderten unabhängig vom Pegel die Arbeitsgedächtnisleistung hochsignifikant im Vergleich zur Ruhebedingung ( $p < .01$ ), im Gegensatz zu leiser Sprache mit niedriger Sprachverständlichkeit ( $p = .17$ ). Obwohl sich die beiden leisen Sprachschalle hinsichtlich ihrer Störwirkung hochsignifikant unterschieden ( $p < .01$ ), wurden sie als nicht signifikant unterschiedlich diesbezüglich erlebt bzw. beurteilt ( $p = .12$ ). Sie wurden jedoch jeweils hochsignifikant verschieden von Ruhe wie auch von lauter, gut verständlicher Sprache skaliert ( $p < .01$ ; Abb. 2).



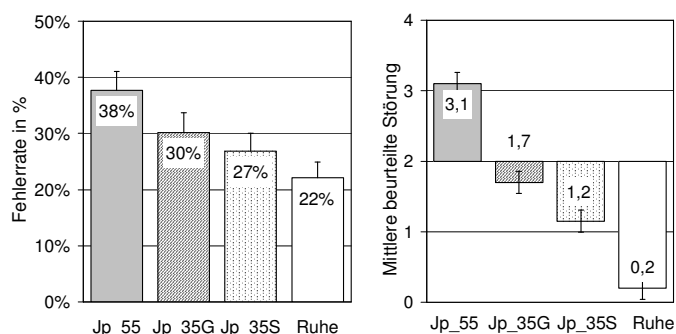
**Abbildung 2:** Wirkung der irrelevanten Schalle des deutschen Sprechers auf die serielle Behaltensleistung ( $n=20$ ) und auf die beurteilte Störung bei der Aufgabenbearbeitung (0 = gar nicht; 4 = außerordentlich). Dargestellt sind Mittelwerte und Standardfehler.

Ob für den Leistungsunterschied zwischen den beiden leisen Sprachschallen ihr unterschiedlicher semantischer Gehalt ursächlich war – und eine bspw. dadurch bedingte unterschiedlich starke Aufmerksamkeitsablenkung – oder ihre jeweilige spektrale Zusammensetzung (Dämmkurven), wurde in Exp. 2 geprüft.

## Exp. 2: Semantisch *un*verständliche Sprache

### Methode

Experimentaldesign und Methode wurden von Exp. 1 übernommen. Als Ausgangssignal diente nun der Sprachschall eines japanischen Sprechers (Jp\_55), der für die 20 Vpn von Exp. 2 völlig unverständlich war. Das Langzeit-Frequenzspektrum der japanischen Sprache wurde dem der deutschen Sprache von Exp. 1 angepasst. Es wurden die gleichen Dämmkurven wie in Exp. 1 verwendet um zwei analoge leise Schallvarianten des japanischen Sprechers zu auralisieren (Jp\_35G, Jp\_35S).



**Abbildung 3:** Wirkung irrelevanter Sprache des japanischen Sprechers auf die serielle Behaltensleistung ( $n=20$ ) und auf die beurteilte Störung bei der Aufgabenbearbeitung (0 = gar nicht; 4 = außerordentlich). Dargestellt sind Mittelwerte und Standardfehler.

### Ergebnisse

Der japanische Sprecher störte das serielle Behalten hochsignifikant weniger, wenn er leiser dargeboten wurde ( $p<.01$ ; Abb. 3). Eine Veränderung der Schallcharakteristika, wie sie in Exp. 1 der Variation der Sprachverständlichkeit entsprach, führte auch hier zu einer weiteren Reduktion der Fehlerrate (Jp\_35G vs. Jp\_35S:  $p=.06$ ). Diese beiden leisen, auralisierten Schalle wurden mit  $p=.08$  als unterschiedlich störend

beurteilt, wie auch der laute Sprachschall des Japaners sowie die Ruhebedingung hochsignifikant unterschiedlich von den anderen Schallen skaliert wurden ( $p<.01$ ).

## Schlussfolgerungen

Unsere Experimente wiesen auch in dem sehr niedrigen Pegelbereich von 35 dB eine signifikante Störung der Arbeitsgedächtnisleistung durch Mutter- aber auch Fremdsprache nach. Dies zeigt, dass bereits der Grenzwert von 55 dB, wie er nur bis August 2004 in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) festgeschrieben war, nicht ausreichte um den Menschen vor leistungsbeeinträchtigendem Schall zu schützen. Wurden zusätzliche Dämmmaßnahmen auralisiert, die die Sprachverständlichkeit reduzieren würden, wurde die Arbeitsgedächtnisleistung bei diesem niedrigen Pegel signifikant weniger gestört. Eine Pegelabsenkung alleine war bei gut verständlicher Muttersprache jedoch nicht hinreichend.

Die verschiedenen Sprachschalle wurden in beiden Experimenten gleichsinnig hinsichtlich ihrer Störwirkung beurteilt. Dabei orientieren sich die subjektiven Urteile wohl eher an der Lautstärke der Hintergrundsprache als an ihrer Sprachverständlichkeit bzw. dem semantischen Gehalt. Eine ausschließliche Befragung hätte zu einer deutlichen Unterschätzung der Störwirkung leiser aber gut verständlicher Muttersprache auf die Arbeitsgedächtnisleistung geführt (Exp. 1). Zu beachten ist, dass auch leise Sprache mit niedriger Sprachverständlichkeit als störend im Vergleich zu Ruhe erlebt wurde. Für die Beurteilung der Wirkungen von Schallen auf kognitive Leistungen, ist die Erhebung subjektiver Urteile durch Leistungsmessungen zu ergänzen, wie unsere Experimente exemplarisch anhand von Arbeitsgedächtnisleistung und Hintergrundsprache demonstrierten.

## Literatur

- [1] Sundstrom, E., Town, J. P., Rice, R. W. & Osborn, D. P. (1994). Office noise, satisfaction, and performance. *Environment & Behavior*, 26(2), 195-222.
- [2] Neath, I. (2000). Modeling the effects of irrelevant speech on memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(3), 403-423.
- [3] Klatt, M., Kilcher, H. & Hellbrück, J. (1995). Wirkungen der zeitlichen Struktur von Hintergrundschall auf das Arbeitsgedächtnis und ihre theoretischen und praktischen Implikationen. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 42(4), 517-544.
- [4] Colle, H. A. (1980). Auditory encoding in visual short-term recall: Effects of noise intensity and spatial location. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 19(6), 722-735.
- [5] Ellermeier, W. & Hellbrück, J. (1998). Is level irrelevant in 'Irrelevant Speech'? Effects of loudness, signal-to-noise ratio, and binaural unmasking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 24(5), 1406-1414.
- [6] Vorländer, M. & Thaden, R. (2000). Auralisation of airborne sound insulation in buildings. *ACUSTICA united with ACTA ACUSTICA*, 86(2), 76-89.