

Wirkungen von Hintergrundgeräuschen auf Arbeitsgedächtnisleistungen bei Kindern und Erwachsenen

Andrea Pröhl¹, Thomas Lachmann², Maria Klatte³

¹ TU Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, E-Mail: andrea.proelss@sowi.uni-kl.de

² TU Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, E-Mail: lachmann@rhrk.uni-kl.de

³ TU Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern, E-Mail: klatte@rhrk.uni-kl.de

Einleitung

Die Lärmbelastung in Schulen liegt häufig über den Grenzen der Zumutbarkeit. Die Schallpegel während des Unterrichts liegen je nach Unterrichtssituation zwischen 56 und 77 dB(A) [1]. Lärm in diesem Pegelbereich erschwert die Kommunikation, lenkt ab, unterbricht Denkvorgänge und behindert Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung sprachlicher Informationen. In einer Reihe von Studien erwies sich das Behalten sprachlicher Information im Arbeitsgedächtnis als besonders sensitiv für negative Lärmwirkungen. Dieser sogenannte „Irrelevant Sound Effect“ (*ISE*) kann jedoch nicht durch jede Art von Hintergrundgeräusch hervorgerufen werden: Zeitlich variierende Hintergrundgeräusche wie Sprache oder Instrumentalmusik beeinträchtigen die Gedächtnisleistung signifikant, während kontinuierliche, subjektiv „glatte“ Geräusche wie Stimmengewirr oder Rauschen gleichen oder höheren Pegels keine Leistungsminderung bewirken („*Changing-State Effect*“) [2].

Unklar ist jedoch, ob der *ISE* entwicklungsbedingten Veränderungen unterliegt. Bislang gibt es nur wenige altersvergleichende Studien zum *ISE*, die zwar einhellig dessen Präsenz bei Kindern belegen, davon abgesehen aber sehr widersprüchliche Befundmuster aufweisen: Elliott [3] berichtet von einem dramatischen Anstieg der Störwirkung durch Hintergrundsprache mit abnehmendem Alter. Klatte und Coautoren [4] fanden hingegen keine Alterseffekte.

In einer aktuellen Studie von Pröhl, Lachmann und Klatte (subm.) wurde die Wirkung irrelevanter sprachlicher Geräusche auf das Arbeitsgedächtnis altersvergleichend (Vorschüler vs. Erstklässler vs. Drittklässler vs. Fünftklässler vs. Erwachsene) untersucht. Dabei wurde der Altersbereich erstmals auf Vorschulkinder ausgedehnt. Zudem wurde zur Prüfung des „*Changing-State Effects*“ neben einem einzelnen Hintergrundsprecher erstmals die Hintergrundbedingung „Stimmengewirr“ bei Kindern verwendet. Im Folgenden stellen wir diese Studie und deren Ergebnisse genauer vor.

Methode

Teilnehmer. Bei den Versuchsteilnehmern handelte es sich um 24 Vorschulkinder im Alter zwischen 4;10 und 5;7 Jahren, 24 Erstklässler zwischen 6;3 und 7;1 Jahren, 27 Drittklässler zwischen 8;3 und 9;1 Jahren und 24 Fünftklässler zwischen 10;4 und 11;8 Jahren. Weiterhin nahmen 24 Erwachsene im Alter zwischen 21;1 und 27;0 Jahren teil. Alle Teilnehmer gaben an, Deutsch als Muttersprache zu sprechen und keine Kenntnisse des Koreanischen (später als nichtmuttersprachliches Störgeräusch verwendet) zu haben.

Aufgabe. Die Versuchsteilnehmer bearbeiteten serielle Behaltensaufgaben, die das kurzzeitige Speichern bildlich präsentierter Nomen (z.B. Fee, Nuss, Topf, Pilz) im Arbeitsgedächtnis erfordern. Dabei soll je eine Sequenz von drei bis zu acht unverbundenen Items memoriert und anschließend in der entsprechenden Darbietungsreihenfolge wiedergegeben werden. Sequenzlänge, Setgröße und Wiedergabemodus variieren über die Altersstufen hinweg, um eine vergleichbare Aufgabenschwierigkeit über die Altersgruppen zu gewährleisten.

Hintergrundbedingungen. Die serielle Wiedergabeleistung wurde unter drei verschiedenen Hintergrundbedingungen erhoben. In der Bedingung „*Sprecher*“ wurde ein koreanischer Text von einer männlichen Stimme vorgelesen. Das Geräusch „*Stimmengewirr*“ wurde in einem Hörsaal aufgezeichnet, in dem sich zahlreiche Studierende vor Vorlesungsbeginn unterhielten. Die Geräusche wurden über Kopfhörer mit einem Pegel (L_{eq}) von 57 dB(A) (*Sprecher*) bzw. 60 dB(A) (*Stimmengewirr*) präsentiert. In der „*Ruhebedingung*“ wurde keinerlei Hintergrundschall dargeboten.

Design. Die Schallbedingungen wurden blockweise innerhalb der Versuchsteilnehmer variiert. Die Abfolge der Blöcke war über die Versuchsteilnehmer hinweg in jeder Altersstufe ausbalanciert.

Ergebnisse

Die serielle Wiedergabeleistung wurde durch Summation der an jeder Position richtig wiedergegebenen Items bestimmt. Die durchschnittliche Wiedergabeleistung in Abhängigkeit von Alter und Schallbedingung ist Abbildung 1 zu entnehmen.

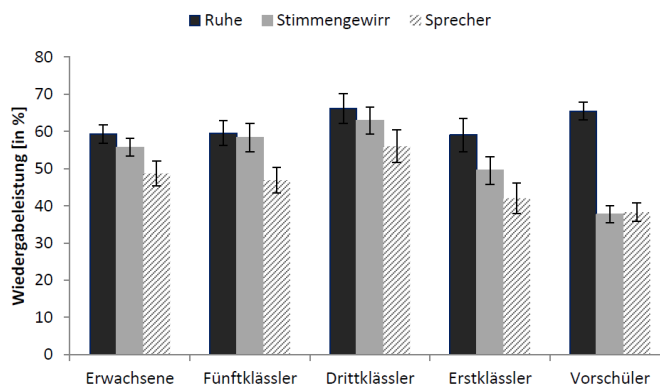


Abbildung 1: Mittlere Wiedergabeleistungen (in Prozent korrekter Antworten) und Standardfehler in Abhängigkeit von Alter und Schallbedingungen.

Zunächst wurde geprüft, ob die Leistungen der verschiedenen Altersgruppen in der Ruhebedingung vergleichbar sind. Eine einfaktorische Varianzanalyse (ANOVA) mit „Alter“ als Zwischensubjektfaktor ergab keine signifikanten Effekte, $F(4,122) = 1.050$, $p = .38$, was auf eine über die Altersgruppen hinweg vergleichbare Aufgabenschwierigkeit schließen lässt.

Anschließend wurde eine zweifaktorielle ANOVA mit „Alter“ als Zwischensubjektfaktor und „Schallbedingung“ als Innersubjektfaktor durchgeführt. Die Analyse ergab signifikante Haupteffekte der Faktoren „Alter“ ($p < .05$) und „Schallbedingung“ ($p < .01$), sowie eine signifikante Interaktion ($p < .01$) der beiden Faktoren.

Zur weiteren Aufklärung der Interaktion wurden für jede Altersstufe getrennt univariate ANOVAs mit „Schallbedingung“ als Innersubjektfaktor gefolgt von Bonferroni-korrigierten Posthoc-Tests durchgeführt. Dabei konnte in allen Altersgruppen ein signifikanter Haupteffekt „Schall“ festgestellt werden (alle $p < .05$). Dabei führte der einzelne Sprecher in allen Altersgruppen zu einer reliablen Verschlechterung ($p < .05$), wohingegen die Leistung beim Stimmengewirr bei Erwachsenen, Fünftklässlern und Drittklässlern erwartungsgemäß unbeeinträchtigt blieb ($p > .05$). Interessanterweise konnte dieses Befundmuster nicht bei Erstklässlern und Vorschülern repliziert werden: Sie werden auch durch das Stimmengewirr deutlich beeinträchtigt ($p < .05$) – und zwar in gleichem Maße wie durch den einzelnen Sprecher ($p > .05$). Bezüglich des Ausmaßes des *ISE* verbleibt anzumerken, dass die Beeinträchtigung der Vorschulkinder deutlich ausgeprägter ist als die der anderen Altersgruppen ($p < .05$). Zwischen den übrigen Altersgruppen ergeben sich keine Effekte.

Diskussion

Die Studie von Pröll, Lachmann und Klatt (subm.) untersuchte die Auswirkungen irrelevanter sprachlicher Geräusche auf das Arbeitsgedächtnis bei Kindern (Vorschulkinder vs. Erstklässler vs. Drittklässler vs. Fünftklässler) und Erwachsenen. Neben der Altersgruppe wurde die Hintergrundbedingung variiert (Ruhe vs. einzelner Sprecher vs. Stimmengewirr).

Die Ergebnisse verweisen auf massive Alterseffekte. Jüngere Kinder (Vorschüler, Erstklässler) werden beim Behalten sprachlicher Information im Arbeitsgedächtnis deutlich stärker durch Lärm gestört als die älteren Teilnehmer: Bei den Vorschulkindern und Erstklässlern führen nicht nur zeitlich variierende Hintergrundschalle zu massiven Leistungseinbußen, sondern auch „glatte“ Geräusche, die die älteren Teilnehmer unbeeinflusst lassen. Der „*Changing-State Effect*“ ist demnach bei den jüngeren Kindern nicht zu beobachten. Zudem ist das Ausmaß des *ISE* bei den Vorschülern deutlich ausgeprägter als in den anderen Altersgruppen, welche sich nicht unterscheiden. Dieses Befundmuster belegt die hohe Lärmsensitivität des kindlichen Arbeitsgedächtnisses und unterstreicht so die Wichtigkeit guter akustischer Umweltbedingungen für erfolgreiches (vor)schulisches Lernen.

Wie sind diese differenzierten Ergebnisse zu erklären? Studien aus der Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsforschung

belegen, dass zwischen Kindergarten- und Schulalter umfangreiche Entwicklungsveränderungen stattfinden: So weist das Arbeitsgedächtnis die deutlichsten Veränderungen im Alter zwischen 6 und 8 Jahren auf [5]. In diesem Alter steigt die Gedächtnisleistung massiv an, was vornehmlich auf die effektive Gedächtnisstrategie des phonologischen Rehearsals zurückzuführen ist, welche erst bei Kindern ab ca. 7 Jahren Verwendung findet [6]. Im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit sind die größten entwicklungsbedingten Veränderungen in einem Alter von 5 bis 7 Jahren zu beobachten. Vorschulkinder haben Studien zufolge noch deutlich mehr Probleme, ihre Aufmerksamkeit auf Zielstimuli zu richten und irrelevante Informationen zu ignorieren als Schulkinder [7].

Fazit. Gleichlaute Geräusche können völlig unterschiedliche Wirkung haben. Der Lautstärkepegel ist (im mittellauten Bereich) bei der Vorhersage von Leistung unter Lärm nicht der einzige Erklärungsfaktor. Versuche, allein den Pegel zu dämpfen, greifen bei angedachten Verbesserungsmaßnahmen demnach definitiv zu kurz.

Literatur

- [1] Shield, B. & Dockrell, J. E.: External and internal noise surveys of London primary schools. *Journal of the Acoustical Society of America* 115 (2004), 730-738.
- [2] Jones, D. M., Madden, C., & Miles, C.: Privileged access by irrelevant speech to short-term memory: The role of changing state. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology* 44 (1992), 645-669.
- [3] Elliott, E.: The irrelevant speech effect and children: Theoretical implications of developmental change. *Memory and Cognition* 30 (2002), 478-487.
- [4] Klatt, M., Lachmann, T., Schlittmeier, S., & Hellbrück, J.: The irrelevant sound effect in short-term memory: Is there developmental change? *European Journal of Cognitive Psychology* 22 (2010), 1168-1191.
- [5] Gathercole, S.: Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences* 3 (1999), 410-419.
- [6] Tam, H., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Sabatos-DeVito, M.: The development of memory maintenance: Children's use of phonological rehearsal and attentional refreshment in working memory tasks. *Journal of Experimental Child Psychology* 107 (2010), 306-324.
- [7] Bartgis, J., Lilly, A. R., & Thomas, D. G.: Event-Related Potential and Behavioral Measures of Attention in 5-, 7-, and 9-Year-Olds. *The Journal of General Psychology* 130 (2003), 311-335.