

# Wirkungen von Hintergrundgeräuschen und Nachhall auf Sprachverstehen und Arbeitsgedächtnis in verschiedenen Altersgruppen\*

Maria Klatte<sup>1</sup>, Julia Bastian<sup>1</sup>, Markus Meis<sup>2</sup>, Bernd Noack<sup>3</sup> \* gefördert durch DFG

<sup>1</sup> Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, E-mail: maria.klatte@uni-oldenburg.de

<sup>2</sup> Hörzentrum Oldenburg GmbH, 26129 Oldenburg; <sup>3</sup> MediasPro Medientechnik GmbH, 95488 Eckersdorf

## Einleitung

Aus psychoakustischen Studien ist bekannt, dass die Sprachverstehensleistungen von Kindern durch Nachhall und Hintergrundgeräusche stärker beeinträchtigt werden als die Erwachsener. In diesen Studien konzentrierte man sich vorrangig auf die Informationsaufnahme (Identifikation von Einzelwörtern oder Silben). Das Verstehen und Verarbeiten gehörter Information kann jedoch auch dann durch ungünstige Hörbedingungen beeinträchtigt werden, wenn das Identifizieren von Einzelwörtern (noch) gut gelingt. Die erhöhte Anstrengung bei der Informationsaufnahme reduziert die für Speicher- und Verarbeitungsprozesse verfügbare mentale Kapazität ("Listening Effort" [1]). Darüber hinaus bewirken zeitlich variierende Geräusche wie Sprache oder Tonfolgen schon bei geringen bis mittleren Pegeln eine spezifische Störung des seriellen Behaltens von sprachlicher Information im Arbeitsgedächtnis, während kontinuierliche, „glatte“ Geräusche wie Rauschen die Leistung nicht beeinflussen ("Irrelevant Sound Effect", ISE [2]). In einer experimentellen Studie wurden die Wirkungen von Hintergrundsprechen und Klassenraumgeräuschen bei unterschiedlichen Nachhallzeiten auf die Leistungen von Kindern und Erwachsenen beim Behalten und Verarbeiten sprachlicher Information untersucht. Die Datenerhebung erfolgte im "Kommunikations-Akustik-Simulator" (KAS) im Hörzentrum Oldenburg, in dem die Nachhallzeitverläufe von Klassenräumen mit günstiger und ungünstiger Raumakustik nachgebildet wurden (s. Tab.1).

## Methodik

### Testaufgaben:

**Seriellies Wiedergeben von Wortfolgen:** In jedem Versuchsdurchgang werden 7 (Erwachsene) bzw. 4 (Kinder) konkrete Wörter (z.B. Haus, Bett, Schiff, Ball) mit einem Interstimulus-Intervall von 1 s präsentiert. Die Sequenz ist durch Nummerieren von einfachen Abbildungen auf vorgefertigten Antwortbögen wiederzugeben. Das Verständnis der Wörter in den Hintergrundgeräuschen wurde durch Identifikation der einzeln dargebotenen Wörter überprüft.

**Ausführen komplexer Anweisungen:** Den Probanden werden komplexe Anweisungen vorgesprochen, die auf vorgefertigten Antwortbögen auszuführen sind (Beispielitem Kinder: „Male ein Kreis unter ein Buch und streiche alle großen Bälle durch.“)

**Nachhallsimulation und Hintergrundgeräusche im KAS**  
Zum Einsatz kam das System „VRAS“ (Variable Room Acoustic System), welches in unterschiedlichen Modulen separat voneinander Nachhall- und Frühreflexionsmuster generiert (Non-in-line-System, regeneratives System). Es arbeitet auf Basis kontrollierter Rückkopplungen. Mithilfe

der VRAS Technologie wurden zwei reale Klassenräume „nachgebaut“. Der „günstige“ Raum entspricht der DIN 18041, der „ungünstige“ Klassenraum weist renovierungsbedürftige raumakustische Mängel auf (vgl. Tab. 1).

Die trocken aufgezeichneten Hintergrundgeräusche (Dänische Sprache, Klassenraumgeräusch ohne Sprachanteile) wurden diffus über zwölf Flachlautsprecher dargeboten.

Tab.1: Hintergrundgeräusche und Pegel (Leq) an zentraler Sitzposition in zwei simulierten Klassenräumen im KAS

	Dänische Sprecherin	Klassenraumgeräusch
Günstiger Raum T <sub>30</sub> , 250 Hz-2 kHz =0.47 s	55 dB(A)	54 dB(A)
Ungünstiger Raum T <sub>30</sub> , 250 Hz-2 kHz =1.10 s	57 dB(A)	57 dB(A)

**Sprachsignale:** Die Wörter und Anweisungen wurden von einem ausgebildeten männlichen Sprecher in einem schalldämmten Laborraum vorgelesen und mit einem Kunstkopfsystem aufgenommen. Die Signale wurden 2-kanalig mit den Hintergrundgeräuschen abgemischt.

**Versuchsaufbau:** Im KAS wurden 3 Sitzreihen mit insgesamt 16 Arbeitsplätzen aufgebaut. Vorn im Raum befand sich ein Lautsprecher, über den die Sprachsignale mit einem Pegel von 66 dB(A) in 1 m Entfernung präsentiert wurden.

**Versuchsdesign und -ablauf:** Die Testung erfolgte in Gruppen von 10 bis 16 Probanden. Jede Versuchsperson bearbeitete beide Testaufgaben einmal in Ruhe und einmal unter einem der Hintergrundgeräusche. Die Bedingungen „Dänische Sprache“ und „Klassenraum“ wurden im günstigen Raum mit beiden Altersgruppen und im ungünstigen Raum nur mit Erwachsenen realisiert.

**Versuchspersonen (Vpn):** An den Versuchen nahmen 94 Erwachsene (Altersmedian: 23 Jahre) und 47 Drittklässler (Altersmedian: 9;0 Jahre) teil, die in 4 (Erwachsene) bzw. 2 (Kinder) Geräuschgruppen mit jeweils 23 bis 24 Probanden eingeteilt wurden.

## Ergebnisse

Als abhängige Variable wurde für jede VP die Differenz zwischen den Leistungen in der Ruhe- und in der Geräuschbedingung berechnet.

### Seriellies Wiedergeben von Wortfolgen:

Die Wörter konnten von den Vpn in allen Geräuschbedingungen fehlerfrei identifiziert werden (Identifikationsleistung: 98 Prozent). Die nachfolgend berichteten Effekte

der Geräusche können daher nicht auf Maskierung der zu behaltenden Wörter zurückgeführt werden.

*Vergleich der Altersgruppen – günstiger Raum*

Die varianzanalytische Auswertung mit den Faktoren „Geräusch“ (Klassenraum vs. Sprache) und „Altersgruppe“ erbrachte einen signifikanten Haupteffekt des Geräuschs, aber keinen Effekt der Altersgruppe und keine Interaktion. Das Klassenraumgeräusch hatte in beiden Altersgruppen keinen Effekt auf die Behaltensleistung. Das Sprachgeräusch bewirkte in beiden Gruppen eine gleichermaßen starke Leistungsbeeinträchtigung (vgl. Abb. 1).

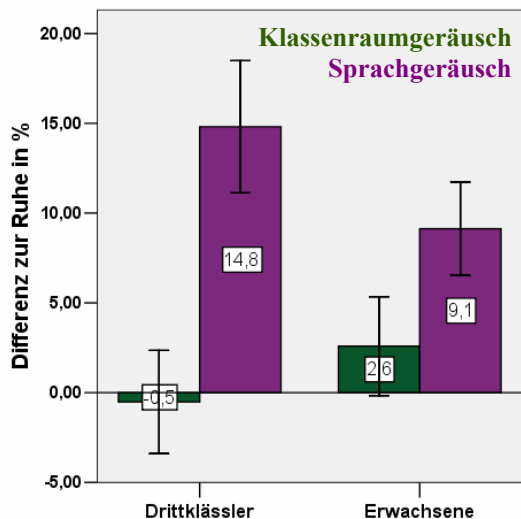


Abb. 1: Wirkungen des Klassenraumgeräuschs und des Sprachgeräuschs auf die serielle Wiedergabeleistung

*Einfluss des Nachhalls auf die Leistungen bei Erwachsenen*

Die 2-faktorielle Auswertung mit den Faktoren „Geräusch“ und „Nachhall“ erbrachte signifikante Haupteffekte auf beiden Faktoren, jedoch keine Interaktion. Im halligen Raum bewirkt auch das Klassenraumgeräusch eine signifikante Leistungsbeeinträchtigung. Der Effekt des Sprachgeräuschs wird verstärkt (vgl. Abb. 2).

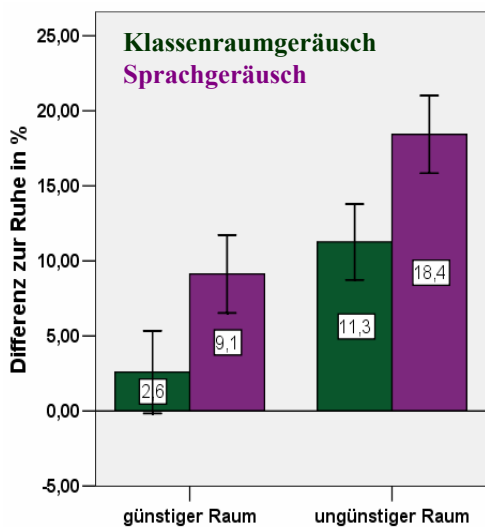


Abb. 2. Wirkungen von Hintergrundgeräuschen und Nachhall auf die Wiedergabeleistung (Erwachsene)

**Ausführen komplexer Anweisungen:**

*Vergleich der Altersgruppen – günstiger Raum*

Die 2-faktorielle Auswertung erbrachte keinen Haupteffekt des Geräuschs, aber einen signifikanten Haupteffekt der Altersgruppe und eine signifikante Altersgruppe x Geräusch - Interaktion. Beide Geräusche beeinträchtigten die Leistungen der Kinder signifikant. Die Erwachsenen wurden nicht beeinträchtigt (vgl. Abb. 3). Die Kinder wurden durch das Sprachgeräusch stärker beeinträchtigt als durch das Klassenraumgeräusch, obgleich sich letzteres bei einer Kontrollaufgabe zur Lautdiskrimination als stärker maskierend erwiesen hatte.

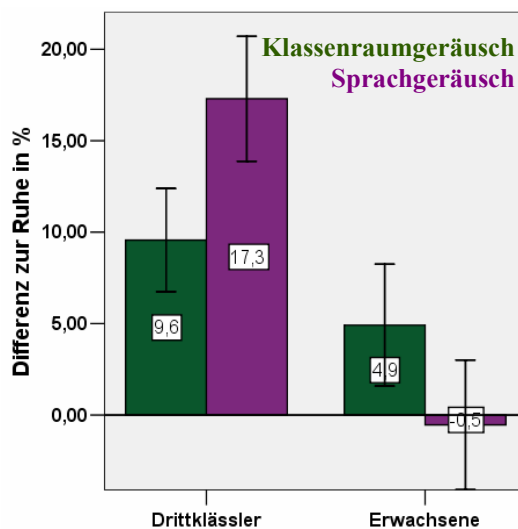


Abb. 3: Wirkungen von Hintergrundgeräuschen auf das Ausführen mündlicher Anweisungen

*Einfluss des Nachhalls auf die Leistungen bei Erwachsenen*

Die 2-faktorielle Auswertung mit den Faktoren „Geräusch“ und „Nachhall“ erbrachte einen signifikanten Effekt des Nachhalls, jedoch keinen Effekt des Geräuschs und keine Interaktion. Im halligen Raum bewirkten beide Geräusche eine Leistungsverschlechterung relativ zur Ruhebedingung um im Mittel 26 Prozent.

**Diskussion**

In beiden Altersgruppen zeigte sich trotz perfekter Identifikation eine signifikante Störung der Behaltensleistung für Wortfolgen durch ein für die Vpn unverständliches Hintergrundsprechen (ISE). Das Geräusch bewirkte bei den Kindern, jedoch nicht bei den Erwachsenen weiterhin eine signifikante Beeinträchtigung beim Ausführen komplexer Anweisungen, die nicht durch Maskierung erklärbar ist. Kinder scheinen bei der Verarbeitung komplexer Sätze auf für den ISE sensitive Speicherprozesse zurückzugreifen. Die negativen Wirkungen der Hintergrundgeräusche wurden erheblich verstärkt, wenn die Aufgaben im halligen Raum durchgeführt wurden. Dies kann durch das Zusammenwirken von Interferenzen im Arbeitsgedächtnis und erhöhter Höranstrengung interpretiert werden. Die Überprüfung der Sprachverständlichkeit reicht nicht aus, um Beeinträchtigungen beim Verarbeiten gehörter Sprache durch ungünstige akustische Bedingungen auszuschließen.

**Literatur**

[1] Surprenant, A. (1999). The effect of noise on memory for spoken syllables. *International Journal of Psychology* 34, 328-333.  
 [2] Elliott, E.M. (2002). The irrelevant speech effect and children. *Memory & Cognition*, 30, 478-487.