

# Zum Einfluss der Sprachverständlichkeit auf kognitive Leistungen: Eine Studie mit Grundschulkindern

M. Klatte<sup>1</sup>, M. Meis<sup>1</sup>, C. Janott<sup>2</sup>, C. Hilge<sup>3</sup> & A. Schick<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut zur Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, Universität Oldenburg

<sup>2</sup>SENNHEISER ELECTRONIC GmbH & Co. KG

<sup>3</sup>AKUSTIKBÜRO OLDENBURG

Email: maria.klatte@uni-oldenburg.de

## Einleitung

Internationale Studien belegen die hohe Belastung von Kindern, Lehrerinnen und Lehrern durch den in Schulräumen herrschenden Lärm (Schick, Klatte & Meis 1999). Das Lernen in lauten, halligen Räumen wird vor allem durch die schlechte Sprachverständlichkeit behindert. Ist der Störgeräuschpegel relativ zum Sprachsignal zu hoch, werden Sprachlaute durch den Lärm maskiert, und die Information wird falsch oder gar nicht verstanden. Das gleiche gilt für Sprachsignale, die aufgrund ungünstiger raumakustischer Gegebenheiten beim Hörer „verzerrt“ ankommen. Dies ist insbesondere der Fall bei den hinteren, relativ weit vom Sprecher (Lehrer) entfernten Sitzpositionen, in sehr halligen Räumen. Das Zuhören ist unter solchen Bedingungen sehr anstrengend, sodass die Kinder schnell ermüden. Die Tragweite dieses Problems wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, welche große Bedeutung das Zuhören im Unterricht spielt. Schätzungen zufolge verbringen Kinder in der Schule rund 75% der Unterrichtszeit mit Zuhören (Berg & Imhoff 1996). Zur Lösung dieser Probleme sind unterschiedliche Maßnahmen möglich: Die Nachhallzeiten lassen sich durch bauliche Maßnahmen wie die Installation schallabsorbierender Wand- und Deckenverkleidungen erheblich verbessern. Die Sprachverständlichkeit in Unterrichtsräumen kann andererseits durch elektroakustische Anlagen (z.B. Soundfield-Systeme) verbessert werden. Systematische und aussagekräftige Nachweise der Wirksamkeit derartiger Interventionen sind bislang selten. Anliegen dieser Studie ist es, die Effekte eines Soundfield-Systems auf kognitive Leistungen von Schulkindern zu analysieren.

## Methode

Das für die Leistungstests notwendige Sprachmaterial wurde sowohl im „unbehandelten“ als auch in dem mit dem Soundfield-System ausgestatteten Raum einer Grundschule aufgenommen. Nach verschiedenen Abmischprozessen wurde das Testmaterial den Kindern während des Versuchs im Labor über Kopfhörer dargeboten. Durch diese realitätsgetreue Simulation wurde eine Erhebung der Leistungsdaten unter kontrollierten Laborbedingungen ermöglicht. Von drei Räumen wählten wir einen Raum mit einer mittleren Nachhallzeit von 1 sec. im Bereich von 500-2000 Hz aus. Für den Schülerplatz wurden weitere Parameter gemessen: Abstand vom virtuellen Sprecher ohne Soundfieldbedingung: 7,3 m,  $D_{50}(3) = 56\%$ , RASTI = 0.63, Alcons = 49%. Das für die Tests notwendige Sprachmaterial wurde von einem ausgebildeten Sprecher im Schalllabor vorgelesen und aufgezeichnet. Für den Lautdiskriminationstest wurde auf den Olki (2000) zurückgegriffen. Beide ‚trockenen‘ Sprachmaterialien wurden zweimal nacheinander für die zu vergleichenden Bedingungen im Klassenraum wiedergegeben: Lehrer im Klassenraum ohne elektroakustische Unterstützung (im Folgenden „Kontrollbedingung“) und Lehrer im Klassenraum unterstützt durch eine Beschallungsanlage (Soundfield System) mit vier Lautsprechern (im Folgenden „Soundfield-Bedingung“). Für die Soundfield-Bedingung wurde das Signal zusätzlich über das Soundfield-System (Sennheiser EMP 2015) verstärkt und über in den vier Raumecken in etwa 150 cm Höhe aufgestellte

Lautsprecher vom Typ DAS Factor 5 wiedergegeben. Mit einem Kunstkopf wurden die Signale wiederum auf DAT-Band aufgenommen. Ohne Wiedergabe des Nutzsignals wurden an derselben Position die Geräusche von acht Grundschulkindern im Alter von 8-10 Jahren in einer typischen Gruppenarbeitssituation aufgenommen. Aus diesem Tonmaterial wurde dann ein etwa 15 sec. langes Stück ausgesucht, welches keine Pausen, keine deutlichen Lautstärkespitzen und keine eindeutig verständlichen Sprachanteile der Schülerinnen enthält. Der ausgesuchte Ausschnitt aus dem Störsignal wurde in einer Schleife mehrfach wiederholt und dem Nutzsignal zugemischt. In der Soundfield-Bedingung wurden dabei die Pegel unverändert gelassen. In der Kontrollbedingung wurde vor dem Zumischen des Störsignals der Pegel des Nutzsignals um 6 dB angehoben, um das in einer Unterrichtssituation übliche Anheben der Stimme zu simulieren. In den Versuchen entspricht dies also einem  $L_{Aeq}$  des Sprechers von 66 dB im 1m Abstand. Die so bearbeiteten und gemischten Gesamtsignale (Ziffernfolgen, Olki-Sätze und Knuspel-Anweisungen) wurden in separate Wave-Files umgewandelt und in die Versuchssteuerungssoftware eingebunden.

An der Untersuchung nahmen 38 Kinder (20 Zweitklässler und 18 Drittklässler) teil. Das Alter der Kinder lag zwischen 7 und 11 Jahren, Median: 8 Jahre und 10 Monate.

Es wurde ein an den **Oldenburger Kinderreimtest** (Olki, 2000) angelehntes computergestütztes Verfahren konstruiert, welches die Diskrimination zwischen ähnlichen Wort-Trigrammen erfasst. Den Vpn wurden jeweils 3 Abbildungen von bekannten Objekten präsentiert, deren Bezeichnungen sich nur in einem Laut unterscheiden (z.B. „Dose“, „Hose“, „Rose“).

Bei dieser **Aufgabe zum Kurzzeitgedächtnis** wurden den Vpn Folgen von jeweils 3 bis 6 Ziffern vorgelesen. Nach Darbietung der letzten Ziffer mussten sie die Sequenz in der richtigen Reihenfolge in vorgefertigte Antwortbögen eintragen. Von jeder Sequenzlänge wurden 3 Ziffernfolgen präsentiert, also insgesamt 12 Ziffernfolgen pro Versuchsblock. Die Auswertung erfolgte mittels eines strikten Reihenfolgekriteriums: Nur Ziffern, die an der richtigen Position wiedergegeben wurden, galten als korrekt.

Der Test zum **Ausführen komplexer Anweisungen** basiert auf einem im Handel erhältlichen Lesetest für Grundschulkindern: Knuspels Leseaufgaben (Marx 1998), Subtest 1. Hiervon wurde eine Computerversion mit 2 Paralleltestformen erstellt. Der Sprecher gibt komplexe Instruktionen vor, die die Kinder auf ihren Antwortbögen ausführen sollen (z.B.: „Wie heißt Du mit Nachnamen? Schreibe nur die ersten drei Buchstaben Deines Nachnamens in Druckbuchstaben auf die Linie“).

Das akustische Material wurde den Kindern vom PC über Kopfhörer (SENNHEISER Elektrostaten HE 60/HEV 70) dargeboten. Der Versuch wurde als ausbalancierter Messwiederholungsplan realisiert, d.h. jedes Kind bearbeitete alle Testaufgaben unter beiden Schallbedingungen (Soundfield- und Kontrollbedingung; mit 2 je Paralleltestformen).

## Ergebnisse

Die Daten wurden varianzanalytisch mit den Faktoren Schallbedingung (within-subjects; Soundfield vs. Kontrolle) und Klassenstufe (2 vs. 3; between-subjects) ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde mit einer alpha-Wahrscheinlichkeit von 5% festgelegt.

### Lautdiskriminationstest

Bei diesem Test zeigten sich signifikante Effekte der Schallbedingungen und Altersstufen sowie eine signifikante Wechselwirkung zwischen diesen Faktoren ( $F(1,36)=5.1$ ;  $p<0.05$  bzw.  $F(1,36)=5.14$ ,  $p<0.05$ ). Die Kinder machten weniger Fehler, wenn

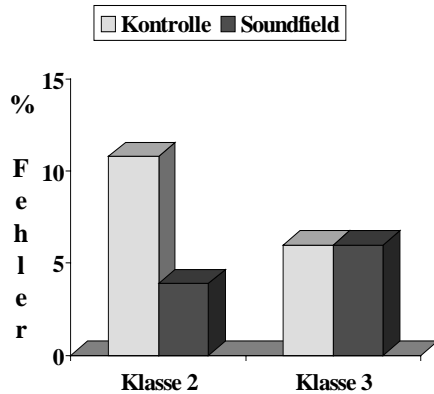


Abb. 1: Sprachverständlichkeitstest (angelehnt an OIKi): -Fehlerwerte für 2 Klassenstufen-

das über das Soundfield-System aufgenommene Sprachmaterial dargeboten wurde. Dies zeigt, dass die Sprachverständlichkeit in dem Testklassenraum zwar nicht optimal, jedoch auch nicht extrem schlecht war. Die nähere Inspektion der Daten zeigt, dass der positive Effekt des Soundfield-Systems auf die jüngeren Kinder (Klasse 2) beschränkt war (vgl. Abb. 1).

Bei den Drittklässlern zeigten sich keine Leistungsunterschiede in Abhängigkeit von den Schallbedingungen, sie machten in beiden Bedingungen kaum Fehler. Die jüngeren Kinder brauchen mehr Redundanz als ihre älteren Mitschüler, um gehörte Wörter fehlerfrei zu dekodieren. Sie profitieren daher besonders von der Verbesserung der Sprachverständlichkeit.

### Kurzzeitgedächtnis

Auch bei dieser Aufgabe ergab sich ein signifikanter Effekt der Schallbedingungen ( $F(1,36)=22.5$ ;  $p<0.001$ ). Die Kinder machten weniger Fehler, wenn die Ziffern über das Soundfield-System dargeboten wurden. Dies gilt für beide Altersgruppen (s. Abb.2).

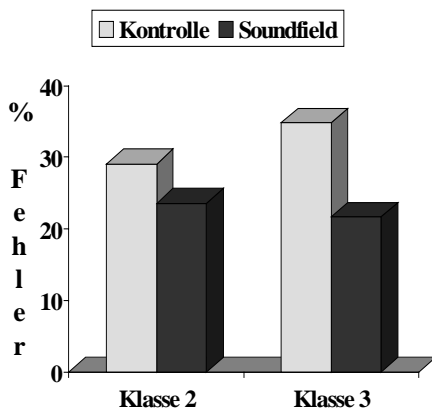


Abb. 2: Behaltensleistung für gehörte Ziffernfolgen -Fehlerwerte für 2 Klassenstufen-

### Knuspels Leseaufgaben

Bei dieser Aufgabe zeigte sich ebenfalls ein statistisch hoch-signifikanter Effekt der Schallbedingungen ( $F(1,36)=19.1$ ;  $p<0.001$ ). Die Leistung war um ca. 8 Prozent besser, wenn die mit dem Soundfield-System aufgenommenen Anweisungen dargeboten wurden. Das gilt für beide Altersgruppen in gleicher Weise (vgl. Abb. 3); die Interaktion zwischen den Faktoren Schallbedingung und Klassenstufe erwies sich als nicht signifikant ( $F(1,36)<1$ ).

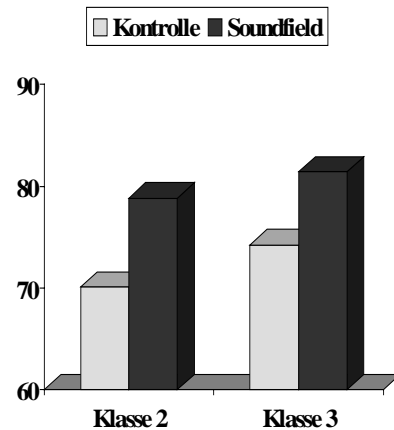


Abb.3: Verstehen komplexer Anweisungen (angelehnt an Knuspels Leseaufgaben) in % für 2 Klassenstufen

## Diskussion

In allen 3 Leistungstests zeigten sich signifikante Leistungsverbesserungen, wenn das über das Soundfield-System aufgenommene Sprachmaterial dargeboten wurde. Der Effekt wächst mit der Komplexität der Aufgabe: Bei dem Lautdiskriminationstest, welcher nur die Identifikation des Sprachmaterials erfordert, fanden wir signifikante, jedoch in absoluten Werten geringe Effekte, und dies auch nur bei den jüngeren Kindern. Bei der Kurzzeitgedächtnisaufgabe (Identifikation und Speicherung) und bei den komplexen Anweisungen (Identifikation, Speicherung und Verarbeitung) zeigten sich dagegen ausgeprägte Effekte in beiden Altersgruppen. Dies bestätigt die Annahme, dass eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit positive Effekte hat, auch wenn die Identifikation von sprachlichen Informationen unter den gegebenen raumakustischen Bedingungen gut gelingt (die Drittklässler hatten ja bei der Lautdiskrimination keine Probleme). Zur Beurteilung der akustischen Güte eines Raumes reicht es also nicht, einen einfachen Sprachverständlichkeitstest durchzuführen bzw. die dort Lernenden und Lehrenden zu fragen, wie gut sie die Sprache verstehen!

Insgesamt lassen diese Ergebnisse den Schluss zu, dass eine Verbesserung der akustischen Bedingungen, wie hier durch das Soundfield-System, die Hör-Anstrengung deutlich reduziert, was zu einer langsameren Ermüdung und effektiveren Nutzung für die zentrale Verarbeitung der gehörten Information notwendigen kognitiven Ressourcen führt.

## Literatur

- Berg, D. & Imhof, M. (1996). Zuhören lernen - Lernen durch Zuhören. In F. Sedlak (Hrsg.), Persönlichkeitsentwicklung und Gemeinschaftsförderung (S. 39-53). Wien: Manz.
- Marx, H. (1998). Knuspels Leseaufgaben. Göttingen: Hogrefe.
- Oldenburger Kinder-Reimtest OIKi (2000). Oldenburg: Hörzentrum Oldenburg.
- Schick, A.; Klatt, M. & Meis, M. (1999). Die Lärmbelastung von Lehrern und Schülern – ein Forschungsstandbericht. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 46(3), 77-87.