

„Zur Wirkung von aktiven und passiven raumakustischen Maßnahmen auf die Geräuschwahrnehmung und Lebensqualität von Schülern: Ergebnisse aus einer prospektiven Längsschnittstudie“

M. Meis^{1,2}, A. Uygun³, C. Janott⁴, C. Hemmer-Schanze⁵, C. Hilge⁶, J. Kahlert⁵, A. Schick¹

¹Institut zur Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, Universität Oldenburg

²Hörzentrum Oldenburg GmbH

³Odenwald Faserplattenwerk

⁴Sennheiser Electronic, Deutschland

⁵Lehrstuhl für Grundschulpädagogik- und didaktik, LMU München

⁶Akustikbüro Oldenburg

Email: Markus.Meis@Uni-Oldenburg.de

Ziele dieser Studie

Im Bereich der Klassenraumakustik liegen bisher nur wenige feldexperimentelle Wirkungsstudien bei Schülern vor [1]. Hierbei ist eine Studie der Heriot-Watt University [2] herauszuheben, mit welcher die Wirkungen der Intervention durch Akustikdecken auf die objektive und subjektive Sprachverständlichkeit eindrucksvoll beschrieben wurden. Es ist aber die Fragestellung noch nicht hinreichend bearbeitet worden, wie sich eine ungenügende Klassenraumakustik vorher und deren Verbesserung nachher auf das Wohlbefinden, den akustischen Komfort und das subjektiv empfundene Leistungsvermögen von Kindern auswirken.

In der vorliegenden Studie wird zu klären sein, inwieweit durch die Verbesserung der raumakustischen Bedingungen mittels schallabsorbierender Materialien einerseits (passive Maßnahmen) und den Einsatz eines Soundfield-Systems (aktive Maßnahme) andererseits, Wirkungen bei Schülern auf der Ebene der Belästigung, des akustischen Komfort, des emotionalen Wohlbefindens und der subjektiv eingeschätzten Leistungsfähigkeit nachweisbar sind. Diese Studie ist als Pilotstudie für nachfolgende epidemiologische Feldstudien zu sehen; hier soll der Frage nachgegangen werden, ob die eingesetzten Fragebögen psychometrischen Kriterien genügen und ob sie hinreichend zwischen verschiedenen (schul-) akustischen Situationen trennen können und als Planungsgrundlage für zukünftige raumakustische Interventionen dienen können.

Methode

Experimentelles Design

Es handelt sich bei der vorliegenden Studie um eine prospektive kontrollierte Ex-post facto Feldstudie. Es wurden insgesamt zehn Schulen einem raumakustischen Screening unterworfen. Nach diesem Screening wurden zwei Schulen für die Interventionsstudie ausgewählt.

Es wurden aktive und passive Interventionen auf ihre Wirkung hin überprüft. Zum einen handelte es sich um das Soundfield-System der Firma *Sennheiser* (*Sennheiser EMP 2015*) als aktive Intervention, mit welchem insgesamt vier Räume ausgestattet wurden. Weiterhin wurden vier Klassenräume als passive Maßnahme mit schallabsorbierenden Materialien der Firma *Odenwald Faserplattenwerke (OWA)* ausgestattet. Als Akustikdecken wurden je nach raumakustischer Anforderung die Absorbertypen *Struktura* sowie eine Kombination aus den Typen *Struktura* und *Schlicht* der Firma *OWA* eingesetzt.

Zwei Räume erhielten das Treatment ‚nur Akustikdecke (Akustikdecke)‘, zwei das Treatment ‚nur Soundfield-System (Soundfield)‘, und zwei Räume wurden kombiniert ausgestattet, d.h. es wurden sowohl das Soundfield-System als auch schallabsorbierende Decken verwendet (Akustikdecke + Soundfield). Die Lehrerinnen wurden bezüglich des Soundfield-Systems von Mitar-

beitern der Firma *Sennheiser* instruiert. Eine Instruktion für die passive Intervention erübrigte sich.

Die Messungen wurden zu zwei Messzeitpunkten (MZP) durchgeführt. Es wurde eine Baseline 1-2 Wochen vor der Intervention (T0) erhoben und eine Messung etwa vier Monate nach der Intervention durchgeführt (T2).

Neben anderen Fragebögen, auf die hier nicht eingegangen werden kann (Hörsamkeit, Elternfragebogen, Lehrerbefragung etc.), wurde ein Fragebogen zu langfristigen Wirkungen der akustischen Bedingungen hinsichtlich von Stresseffekten und zur Lebensqualität (Schülerfragebogen zur subjektiven Bewertung der Akustik in Klassenräumen: Langzeiteffekte [SAK-L]) entwickelt und eingesetzt.

Raumakustische Messungen der Klassenräume

Die Nachhallzeit vor der raumakustischen Sanierung lag in allen untersuchten Räumen über den in der DIN 18041 vorgegebenen Empfehlungen. In Zusammenhang mit der Entwicklung einer auf subjektiven Beurteilungen basierender Klassifizierung war es wichtig, möglichst deutlich wahrnehmbare Änderungen der Raumakustik in den vier Klassenräumen zu realisieren. Dies ist durch die raumakustischen Sanierungen klar gelungen. Die Nachhallzeiten wurden von 0.3 bis 0.68 sec. im Bereich von 500–2000 Hz, also im besonders wichtigen Sprachbereich, reduziert.

Stichprobe

Insgesamt nahmen N=124 Kinder an der Studie teil. Es waren N=56 Kinder von der Grundschule A und N=68 Kinder aus der Grundschule B. Es nahmen 59 Mädchen und 65 Jungen an der Studie teil. Das Durchschnittsalter der Grundschüler aus der 3. und 4. Klasse betrug 9.21 Jahre. Die Stichproben der drei Interventionstypen sind hinsichtlich des familiären Hintergrundes gut vergleichbar.

Schülerfragebogen SAK-L

Der SAK-L enthält eine Sammlung von soziodemographischen Fragen, Fragen zur Lärmempfindlichkeit (5-fach gestuft: sehr bis gar nicht), Konzentration und Aufmerksamkeit (4-fach gestuft: kommt sehr oft vor bis kommt nie vor), Lautstärke im Unterricht (7-fach gestuft von nie bis fast in jeder Schulstunde), Lautstärke nach Unterrichtsfächern und -situationen (4-fach gestuft, sehr laut bis sehr leise), Sitzplatz im Klassenzimmer, Sprachverständlichkeit, subjektiv wahrgenommene (4-fach, von sehr gut bis ganz schlecht), Lehrer- und Schülerverhalten (4-fach gestuft von kommt sehr oft vor bis kommt nie vor) sowie Fragen zur Lebensqualität über den KINDL [3], Skala ‚Psyche‘ und ‚Funktion‘, 5-fach gestuft von nie bis immer, z.B. ‚war ich gut drauf‘.

Ergebnisse

Faktorenanalysen

Die insgesamt 69 Fragen zur Raumakustik wurden schrittweise auf insgesamt 24 Items oder Fragekomplexe reduziert. Die dabei insgesamt sechs extrahierten Faktoren haben 65% der Varianz aufgeklärt, wobei der erste Faktor 18% aufklärte. Dieser stärkste Faktor wird als **Faktor 1: Lautstärke/Verhalten** bezeichnet. Der zweite Faktor ist ein akustisch unspezifischer Faktor der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und wird nachfolgend mit **Faktor 2: Lebensqualität Schüler** bezeichnet. Der dritte Faktor wird als **Faktor 3: Sprachverständlichkeit** interpretiert. Der vierte Faktor wird als **Faktor 4: Aufmerksamkeit**, der fünfte als **Faktor 5: Störende Geräusche** und der sechste als **Faktor 6: Lehreranweisungen** bezeichnet.

Varianzanalysen

Varianzanalytische Auswertungen zeigten, dass signifikante Effekte bei den beiden Faktoren 1 (Cronbach's $\alpha=0.85$) und 5 (Cronbach's $\alpha=0.72$) zu verzeichnen waren. Dies sind auch die beiden Faktoren, in denen die beiden akustischen Bedingungen als Lautstärkeempfindung oder als Geräuschwahrnehmung eine besondere Rolle spielten.

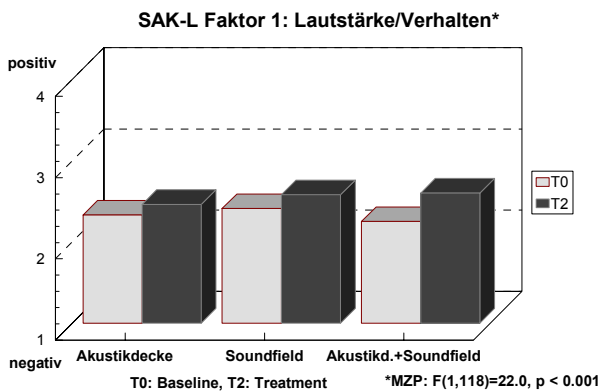


Abb. 1: Varianzanalysen bei Faktor 1

Unabhängig von der spezifischen Intervention, ob nun eine Akustikdecke verbaut wurde, ein Soundfield- System installiert oder die Maßnahme kombiniert erfolgte, verbesserte sich der akustische Komfort bei den Schülern: Der Geräuschpegel wurde insgesamt durch die Interventionen als leiser empfunden und das Verhalten der Schüler und auch der Lehrer änderte sich in eine positive Richtung. Bei dem Faktor 1 war dies über die Zeitdauer der Intervention mit $p<0.001$ statistisch deutlich signifikant (vgl. Abb.1). Besonders bei der kombinierten Intervention wurde ca. eine halbe Skaleneinheit der relativierten Skala erreicht, was einem Gewinn von 9% durch die Intervention entspricht.

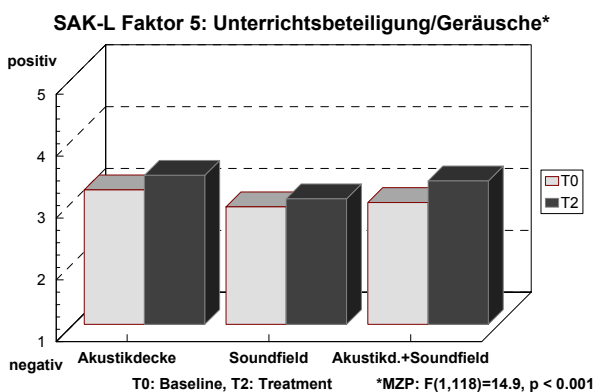


Abb. 2: Varianzanalysen bei Faktor 5

Ein ähnlicher Effekt ist auch für den Faktor 5 zu verzeichnen (vgl. Abb. 2). Hier wurde eine Verbesserung durch die Intervention der kombinierten Maßnahme um 9% erreicht. Der positive Effekt war statistisch für alle drei Interventionstypen mit $p<0.001$ nachweisbar. Den Abbildungen 3-4 sind exemplarische Auswertungen von Faktor 1 und 5 zu entnehmen.

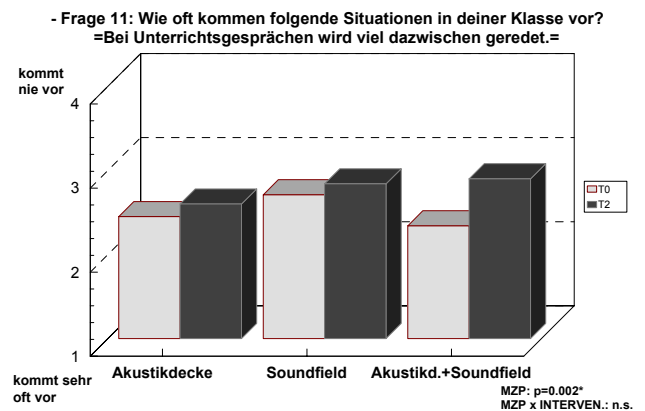


Abb. 3: Faktor 1 (Störung von Unterrichtsgesprächen)

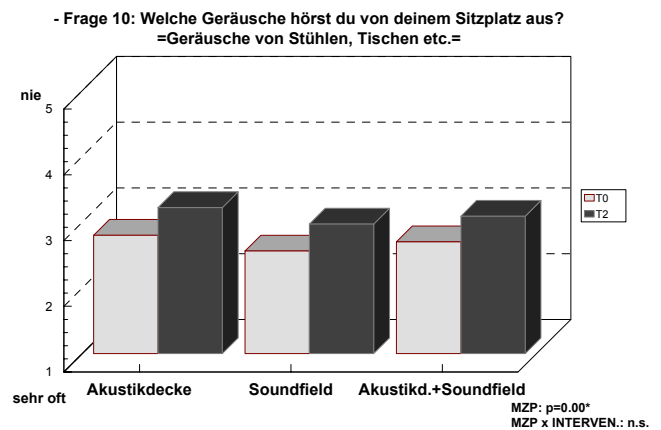


Abb. 4: Faktor 5 (Geräusche von Stühlen, Tischen etc.)

Diskussion

Die psychometrischen Prüfungen erbrachten gute Werte, so dass der SAK-L in nachfolgenden epidemiologischen Studien eingesetzt werden kann. Es konnten deutliche, statistisch signifikante Verbesserungen bezüglich der langfristigen subjektiven Bewertung bei beiden raumakustischen Optimierungsmaßnahmen und besonders bei deren kombinierter Anwendung hinsichtlich des akustischen Komforts beobachtet werden.

Doch auch trotz einiger methodischer Einschränkungen, z.B. fehlende Pegelverlaufsmessungen, geben die Ergebnisse dieser Pilotstudie Anlass, nachdrücklich dafür zu sorgen, dass die Befindlichkeit, Umweltqualität und kognitive Leistungsfähigkeit unserer Kinder zumindest durch ein technisch-akustisches Fundament (Akustikdecken und/oder Soundfield-System) verbessert werden sollten.

Referenzen

- [1] Schick, A.; Klante, M. & Meis, M. (1999). Die Lärmbelastung von Lehrern und Schülern – ein Forschungsstandbericht. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 46(3), 77-87.
- [2] MacKenzie, D. & Airey, S. (1999): Classroom Acoustics. A Research Project. Summary Report. Heriot-Watt-University Edinburgh.
- [3] Bullinger, M., S. von Mackensen & Kirchberger, I. (1995). KINDL – Ein Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Kindern. Zeitschrift für Gesundheitspsychologie, 11, pp. 64-77.