

## **FORSCHUNGSBERICHTSBLATT**

### **Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen bei Grundschulkindern**

#### **Teil A: Umwelt- und Bauakustische Untersuchungen ZO3W 23004**

#### **Teil B: Kognitionspsychologische Untersuchungen ZO3W 23005**

#### **Kurzbeschreibung des Forschungsergebnisses.**

Die akustischen Untersuchungen geben ein Bild vom akustischen Zustand von 8 Stuttgarter Schulen. Als zusätzlicher Gewinn des Auswahlverfahrens liegen aus 60 Klassenräumen in Grundschulen Werte der Nachhallzeit sowie der Schallpegel bei geöffnetem und geschlossenem Fenster aus verkürzten Messungen vor. Die Akustik der 8 teilnehmenden Schulen wurde hinsichtlich Parametern, die die Sprachverständlichkeit im Raum beschreiben (Raumakustik), hinsichtlich der Schalldämmung (Bauakustik) und hinsichtlich der herrschenden Schallpegel erfasst.

Wenn einzelne Schulen durch günstige bauakustische Werte auffallen, so ist das in den meisten Fällen auf die Konzeption des Schulgebäudes zurückzuführen und nicht auf besondere Baumaterialien. Von den mehrgeschossigen Bauten erreichte nur eines die Anforderungen für den Normtrittschallpegel. Die übrigen weisen zum Teil erhebliche Überschreitungen der Anforderung nach DIN 4109 auf. Bei der Luftschalldämmung in horizontaler Übertragungsrichtung werden die Anforderungen nur an einer Schule nicht eingehalten. Die Klassenzimmertüren dämmen durchweg schlecht.

#### **Akute Wirkungen der Nachhallzeit auf das Hörverstehen**

Kinder, die in Klassenräumen mit langen Nachhallzeiten unterrichtet werden, zeigten signifikante Leistungsverbesserungen beim Verstehen und Behalten sprachlicher Information, wenn die Aufgaben in einem akustisch optimierten Untersuchungsraum durchgeführt wurden.

#### **Chronische Wirkungen der Nachhallzeit - Kognitive Leistungen**

Kinder, die in Klassenräumen mit langen Nachhallzeiten unterrichtet werden, zeigten signifikant schlechtere Leistungen bei einer Aufgabe zur Lautverarbeitung als Kinder aus akustisch günstigen Räumen. Intakte Lautverarbeitungsfunktionen stellen eine entscheidende Voraussetzung für den Schriftspracherwerb dar. Der signifikante Leistungsunterschied kann nicht durch Unterschiede in der sozialen Herkunft der Kinder erklärt werden. Obgleich

andere konfundierende Variablen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden können, lässt sich dieser Befund als Folge der permanent einwirkenden Störungen durch lange Nachhallzeiten interpretieren. Der aufgetretene Effekt kann nicht auf Unterschiede in der Speicherkapazität zurückgeführt werden. Vielmehr scheint die Fähigkeit des genauen Hinhörens und Verarbeitens der Lautinformation betroffen zu sein.

### Chronische Wirkungen der Nachhallzeit - Lärmbelastung

Es konnte ein signifikanter Einfluss der Nachhallzeiten im Klassenraum auf die Lärmbelastung der Kinder nachgewiesen werden. Kinder, die in Klassenräumen mit langen Nachhallzeiten unterrichtet werden, fühlen sich durch Lärm stärker belastet als Kinder aus Räumen mit kürzeren Nachhallzeiten. Dies zeigte sich wohl in den Aussagen der Kinder als auch in den Aussagen der Eltern.

Weiterhin zeigten sich signifikante Effekte der Nachhallzeit auf die sozial-emotionalen Schulerfahrungen der Kinder, welche mit einem standardisierten Fragebogen erfasst wurden (FEES; Rauer & Schuck 2004). Kinder, die in Klassenräumen mit langen Nachhallzeiten unterrichtet werden, berichteten weniger positive Beziehungen zu ihren Mitschülern und Lehrkräften sowie eine geringere Anstrengungsbereitschaft als Kinder aus akustisch günstigen Räumen. Dieses Ergebnis kann nicht durch Besonderheiten in der Zusammensetzung der Gruppen erklärt werden. Bei der Betrachtung einzelner Fragen der einzelnen Items fiel auf, dass signifikante Unterschiede in den Antworthäufigkeiten vor allem bei denjenigen Aussagen vorliegen, die das „kommunikative Klima“ im Unterricht betreffen.

### Wirkungen bauakustischer Variablen

Es zeigte sich, dass die Kinder die aus den akustischen „Schwachstellen“ ihrer Klassenräume resultierenden Störungen durchaus registrieren und diese auch berichten können.

### **Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?**

Um die zusätzlich zur Nachhallzeit wichtigen raumakustischen Parameter zu identifizieren wurde die Korrelation aller Parameter zur Nachhallzeit untersucht. Daraus folgt zweierlei: Erstens ist im Rahmen dieser Studie ein Parameter zur Beschreibung der Raumakustik ausreichend. Zweitens können die Ergebnisse der psychologischen Tests an Stelle der Nachhallzeit auch auf jeden anderen der eng korrelierenden Parameter wie zum Beispiel den Sprachübertragungsindex STI oder den Deutlichkeitsgrad  $D_{50}$  bezogen werden, wobei keine Unterschiede zutage treten. Bei den Messungen der raumakustischen Parameter wurden verschiedene Sprechrichtungen und Positionen des Lehrers sowie verschiedene Sitzposi-

tionen im Klassenraum simuliert. Die Messungen zeigten keine Unterschiede zwischen Sitzpositionen im vorderen und hinteren Teil des Klassenraumes.

Wirkungen der Nachhallzeit auf Sprachverstehensleistungen von Kindern wurde bislang fast ausschließlich in laborexperimentellen Studien untersucht. Die dort gefundenen Effekte konnten im Wesentlichen in einer Feldstudie repliziert werden.

Auf der Grundlage des Forschungsstandes zur Wirkung von Lärm auf Kinder wurden Testaufgaben zur Erfassung von Sprachverstehens-, Arbeitsgedächtnis- und Lautverarbeitungs-funktionen sowie Fragebögen konstruiert, anhand derer sich die Wirkungen der Klassenraumakustik auf Leistungen und Befinden der Kinder nachweisen ließen.

### **Welche Empfehlungen ergeben sich aus dem Forschungsergebnis für die Praxis?**

Bei der Diskussion um die Qualität von Bildungseinrichtungen sollte auch die physische Umwelt betrachtet werden, in der das Lernen und Lehren stattfindet. Die hier berichteten Befunde belegen die Bedeutung guter akustischer Bedingungen für erfolgreiches Lernen. Die Optimierung der Raumakustik trägt nicht nur zur Entlastung der Lehrerinnen und Lehrer bei, sondern auch zur Steigerung des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Eine Nachhallzeit im unbesetzten Zustand von 0,5 s +/- 10% im Hörfrequenzbereich sollte beim Schulbau und bei der Sanierung von Schulen verbindlich berücksichtigt werden. Diese bewusst einfach formulierte Anforderung soll möglichen Unklarheiten vorbeugen, die z.B. aufgrund des Interpretationsspielraumes der DIN 18041 bezüglich Fremdsprachlichkeit, Toleranzbereich und Besetzungszustand möglich sind. Zugleich ist die hier als Anforderung empfohlene Nachhallzeit kürzer als die nach bestehender DIN 18041 geforderten 0,7 s. Klassenräume mit Nachhallzeiten über einer Sekunde sollten umgehend saniert werden. Die für den Schulbau zuständigen Behörden und Planer sollten umfassend über die Thematik aufgeklärt werden. Wird die Raumakustik gleich von Anfang an mit eingeplant, so verursacht sie nur geringe Mehrkosten.