

Raumakustik in Berliner Klassenräumen im Vergleich mit internationalen Normen

Tobias Kirchner

Akustikbüro Rahe-Kraft, D-10829 Berlin, E-Mail: t.kirchner@rahe-kraft.de

Einleitung

In den Jahren 2008/2009 wurden in Berlin über 200 Klassenräume in 52 Schulen im Hinblick auf deren raumakustische Situation und die damit verbundenen Voraussetzungen für Lernen und Lehren untersucht. [1] Aufbauend auf den Messergebnissen werden die Vorgaben der DIN 18041 und anderer internationaler Richtwerte diskutiert.

Die Studie

Wie zu erwarten, zeigt auch diese Studie den engen Zusammenhang zwischen „körperlichem und geistigem Wohlbefinden“ und der Akustik im Klassenraum. Ferner wurde durch die Studie nochmals bestätigt, dass seitens des Lehrpersonals die Akustik im Klassenraum eine besondere Rolle gegenüber anderen Einflüssen (Licht, Raumklima) einnimmt. Aus den Messdaten lassen sich neben der relativen Verteilung der Messwerte (siehe Abb. 1) auch die Überschreitungen der Zielvorgaben z.B. im unbesetzten Raumzustand ableiten (Abb. 2). Hier wird deutlich, dass die Messwerte bei 125Hz in nur 17% der betrachteten Klassenräume unter dem Wert „ $T_{soll}+0,2s$ “ liegen; bei 1kHz sind die Voraussetzungen etwas günstiger.

Die „einfache Frage“ nach der anzusetzenden Nachhallzeit

Bei der Planung von Klassenräumen wird die DIN 18041:2004 herangezogen. Hier wird eindeutig geregelt, entweder welche (Soll-) Nachhallzeit anzusetzen ist oder aber wie die Absorptionsmenge „vereinfacht abgeschätzt“ werden kann. Die Frage nach der anzusetzenden Nachhallzeit ist in der Norm zumindest mathematisch klar beantwortet. Die Berechnung von T_{soll} , die möglichen Abweichungen

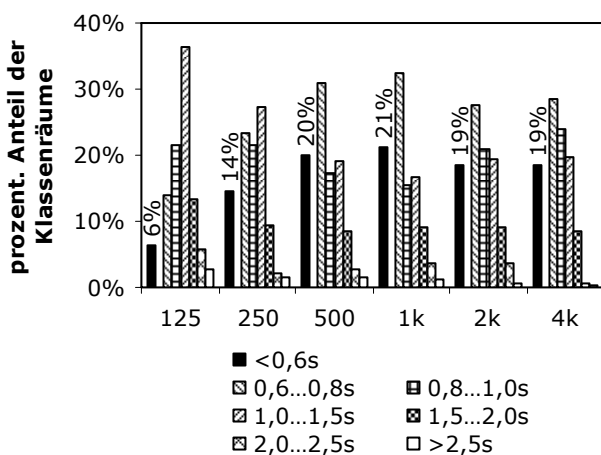


Abbildung 1: Prozentuale Verteilung der Nachhallzeit der untersuchten Klassenräume (264 Datensätze)

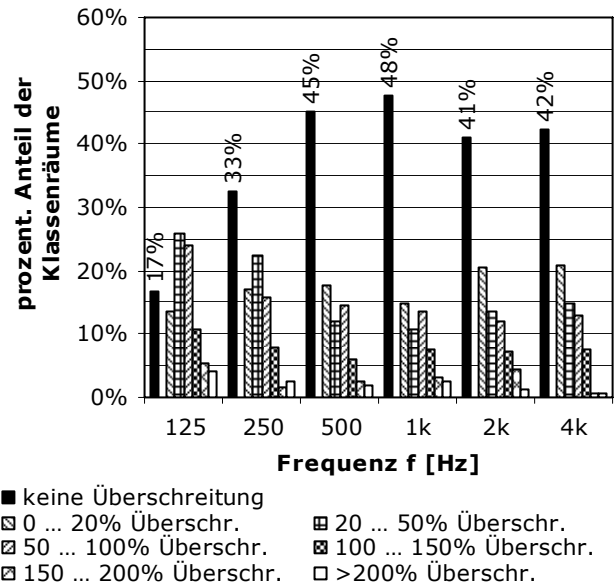


Abbildung 2: Prozentuale Abweichung im unbesetzten Raumzustand vom Wert „ $T_{soll}+0,2s$ “ (264 Datensätze)

des Sollbereichs, die zulässige Nachhallzeit im unbesetzten Raumzustand und die erhöhten Anforderungen für Personen mit eingeschränktem Hörvermögen stellen rein mathematisch kein Problem bei der Zielwertfindung dar. Messungen im besetzten Raumzustand sind nur mit hohem Aufwand möglich (Hörschutz für Kinder, hoher Zeitbedarf). Daher ist eine messtechnische Überprüfung in der Praxis fast ausschließlich nur in unbesetzten Räumen möglich. Dies führt zu der Überlegung, ob die Vorgaben für den besetzten Raumzustand bei der Planung von Klassenräumen überhaupt praktikabel sind.

Berechnung der Nachhallzeit für den besetzten Raumzustand

Die Umrechnung vom leeren in den besetzten Raumzustand sollte mit Hilfe der äquivalenten Absorptionsfläche für Schüler (siehe DIN 18041:2004, Tabelle B.2) zu berechnen sein – theoretisch! Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden einige Messungen im besetzten Raumzustand durchgeführt. Diese zeigten, dass die äquivalente Schallabsorptionsfläche je Schüler stark von der Besetzungsdichte, aber auch vom Alter der Schüler abhängig ist. Die in Tabelle B.2 der DIN 18041 aufgeführten Werte können daher nur begrenzt auch auf reale Fälle übertragen werden. Die aus den realen Klassenräumen ermittelten äquivalenten Absorptionsflächen für Schüler genügen zwar nicht der Messgenauigkeit gemäß ISO 354, zeigen jedoch eine extreme Streuung auf. Es erscheint daher fraglich, ob pauschale Werte (wie in der DIN 18041 angegeben) zur Korrektur für den besetzten Raumzustand überhaupt sinnvoll sind.

Raumvolumina und Sollwerte nach DIN 18041

Von den betrachteten Klassenräumen weisen 99% ein Raumvolumen im Bereich von 100 bis 300 m³ auf. Somit lässt sich die obere Grenze des Sollbereiches ($1,2 \cdot T_{\text{soll}}$) auf Werte von 0,6s bis 0,7s im besetzten Raumzustand begrenzen; im unbesetzten Raumzustand sollte für diese Raumgröße die Nachhallzeit mit 0,7s bis 0,8s begrenzt werden.

Das 125Hz-Problem

Spezielle Absorber, die besonders auch tieffrequente Absorption in den Klassenraum einbringen, sind finanziell in den meisten Fällen schwer realisierbar. Nach Mommertz et al. ist ein leichter Anstieg zu 125Hz „akzeptabel und beeinträchtigt die raumakustische Qualität für die Sprachnutzung nicht.“ [2] Die Praxis zeigt, dass mit solchen Ansätzen zielführende Maßnahmen realisiert werden können, ohne die akustische Qualität zu vernachlässigen.

Der Blick über die Landesgrenzen

Schweden, Norwegen, Finnland

In diesen drei skandinavischen Ländern wurden so genannte Schallklassen (A-D) eingeführt, wobei jeweils die Klasse C als Mindestanforderung baulich umgesetzt werden muss.

In Schweden werden die Anforderungen an die Nachhallzeit für unbesetzte, möblierte Klassenräume für die Schuljahrgänge 1-9 und 10-12 unterteilt. Richtwert ist der arithmetische Mittelwert von T_{20} im Frequenzbereich 250-4kHz, der mit 0,5s (Klassen 1-9) bzw. 0,6s (ab Klasse 10) begrenzt wird. Einzelne Oktavbänder dürfen den Richtwert mit 0,1s überschreiten, bei 125 Hz darf der Richtwert mit 0,2s überschritten werden. Diese Anforderungen gelten für Raumvolumina <1500 m³ und Deckenhöhen <4,0m. [3]

In Norwegen wird die Nachhallzeit für gewöhnliche Schulklassen auf 0,8s begrenzt (Oktavbänder 125-2kHz), wobei die Nachhallzeit für diese Räume nicht „wesentlich kürzer“ als 0,6s sein sollte. Räume der ersten Schulklasse sowie Räume für Schüler mit Hörbeeinträchtigungen sind auf 0,6s zu begrenzen. Angaben zur Möblierung und Raumvolumen werden nicht gemacht. [4]

In Finnland wurde im Jahr 2004 eine neue Norm zur akustischen Beurteilung von Räumen (möbliert, unbesetzt, $V < 1500 \text{ m}^3$) eingeführt. Die „längste erlaubte“ Nachhallzeit (250-4kHz) für Klassenräume wird mit 0,6...0,8s angegeben. Eine 50%-ige Überschreitung dieser Angabe bei 125 Hz ist möglich. Neben der Nachhallzeit wird in Finnland auch ein Mindest-Wert für den STI von 0,70 gefordert [5].

Dänemark, Großbritannien & Frankreich

Gemäß der dänischen „Bauregeln“, die im Jahr 2008 vollständig überarbeitet wurden, ist die Nachhallzeit in Klassenräumen auf 0,6s zu begrenzen. Angaben zum Besetzungsgrad, zur Möblierung, dem zu betrachtenden Frequenzbereich oder Raumvolumina konnten nicht entnommen werden. [6]

Die Begrenzung der Nachhallzeit in britischen Klassenräumen wird im Building bulletin BB93 [7] aus dem Jahr 2003 geregelt. Der arithmetische Mittelwert der Nachhallzeit

(500-2k Hz) im unbesetzten und unmöblierten Raum soll dabei <0,6s (Primary school) bzw. <0,8s (Secondary school) sein. Für die Frequenzbänder 125Hz und 250Hz ist eine allmählich ansteigende Nachhallzeit möglich, die den Mittelwert um maximal 30% überschreiten darf.

In Frankreich wird ebenfalls der arithm. Mittelwert der Nachhallzeit (500-2kHz) herangezogen. Allerdings wird hier der möblierte, unbesetzte Klassenraum betrachtet. Für Raumvolumina <250m³ ist dieser Mittelwert auf den Bereich von 0,4-0,8s zu begrenzen, für Räume mit $V > 250 \text{ m}^3$ soll die Nachhallzeit auf 0,6-1,2s begrenzt werden. [8]

Übersee: Neuseeland und USA

Für Klassenräume in Neuseeland wird eine Nachhallzeit von 0,4s (Primary school) bzw. 0,5s (Intermediate/College) vom Bildungsministerium empfohlen. Bei Kindern mit Hörbeeinträchtigungen werden 0,4s empfohlen. [9] In den USA gibt die ASA die Empfehlung, dass die Nachhallzeit in Klassenräumen im Bereich von 0,4-0,6s liegen soll.

Fazit

Messergebnisse der Studie im internationalen Vergleich

Der Vergleich der Messergebnisse mit den vorgestellten internationalen Richtwerten zeigt, dass nur zwischen 6% und 41% der untersuchten Räume die jeweiligen Anforderungen erfüllen würden. Der Großteil der untersuchten Räume erfüllt weder die Planungshinweise der DIN 18041 noch anderer internationaler Anforderungen. Dies bestätigt nur nochmals die problematische Situation an Berliner Schulen.

Vergleich der DIN 18041 mit internationalen Richtlinien

Im internationalen Vergleich liegen die Vorgaben der DIN 18041 eher im oberen Bereich, sofern man nicht die erhöhten Anforderungen (für Hörbeeinträchtigte) ansetzt.

In den meisten anderen Ländern ist ein Anstieg der Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen explizit zulässig, was in der Praxis praktikabel erscheint.

Eine explizite Betrachtung des besetzten Raumzustands findet sich jedoch außer in Deutschland in keinem anderen Land.

Literatur

- [1] van de Sand, F.: Auswertung raumakustischer Parameter in Schulen, Diplomarbeit, TU Ilmenau (2009)
- [2] Mommertz, E.; Reents, P.; Graber, G.: Bedeutung kurzer Nachhallzeiten bei tiefen Frequ. für d. raumak. Qualität in Unterrichtsräumen, DAGA 06
- [3] Swedish standards institute: SS 25268 (2007)
- [4] Standard Norge: NS 8175 (2005)
- [5] Finish standards association: SFS 5907 (2004)
- [6] Danish Building Regulation - BR08
- [7] Building bulletin BB93
- [8] Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, Frankreich
- [9] New Zealand Ministry of Education, URL: <http://www.minedu.govt.nz>