

## Schall 03 2006: Berücksichtigung anderer Bahntechnik und Innovationen anhand eines Beispiels der Stuttgarter Straßenbahnen

Manfred Liepert<sup>1</sup>, Ulrich Möhler<sup>1</sup>, Wolfgang Großmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Möhler + Partner, Beratende Ingenieure für Schallschutz und Bauphysik, 80336 München, E-Mail: info@mopa.de

<sup>2</sup> Stuttgarter Straßenbahnen AG, Systemplanung, 70565 Stuttgart, E-Mail: Wolfgang.Grossmann@mail.ssb-ag.de

### Berechnungsmethode nach Schall03 2006

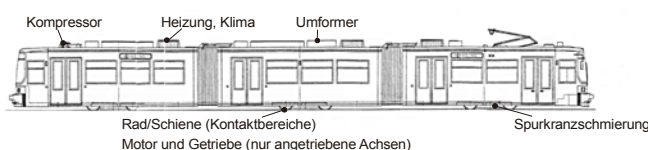
Die Berechnung der Schallemissionen von Schienenwegen erfolgt in Deutschland derzeit nach der Rechenvorschrift Schall 03 aus dem Jahr 1990 [2]. Im Entwurf liegt die Überarbeitung der Schall 03 vor. Diese sieht - anders als die bisherige Schall 03 - ein Verfahren vor, mit dem Innovationen, insbesondere neuartige Bahntechniken, in das Rechenmodell integriert werden können.

Die Beschreibung der Schallemissionen von Schienenverkehrswegen nach der neuen Schall 03 erfolgt auf Basis von Pegeln der längenbezogenen Schalleistung  $L_W$  in Oktavbändern mit Mittenfrequenzen von 63 Hz bis 125 Hz. Im Falle von Straßenbahnen werden die Schallemissionen der in Tabelle 1 beschriebenen Geräuschquellen in zwei verschiedenen Höhenbereichen (0m und 4m über Schienenoberkante) beschrieben. Diese Emissionsbeschreibung basiert auf Messergebnissen, die in einer Emissionsdatenbank gesammelt wurden. Diese umfasst insgesamt 1.452 Vorbeifahrtmessungen [vgl. 5] an verschiedenen Straßenbahn- und U-Bahntypen in 8 verschiedenen Städten Deutschlands.

**Tabelle 1:** Geräuschquellen von Straßenbahnen nach [1]

Schallquellenart	Höhe über SO	Geräuschursache, Komponente
Fahrgeräusch	0 m	Schienenrauheit
	0 m	Radrauheit, Motor, Getriebe
Aggregatgeräusch	0 m	Stromrichter, Kompressor, Klima- bzw.- Lüftungsaggregate
	4 m	Stromrichter, Kompressor, Klima- bzw.- Lüftungsaggregate

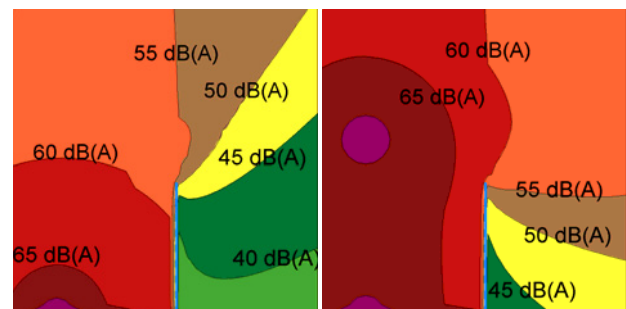
Im Gegensatz zu Vollbahnen werden bei Straßenbahnen aufgrund der geringen Geschwindigkeiten keine aerodynamischen Geräusche berücksichtigt. Aggregatgeräusche (Klimageräte, Kompressoren) finden jedoch insbesondere bei stehenden Fahrzeugen im Bereich von Endhaltestellen eine besondere Berücksichtigung. Die Emissionen von Niederflurstraßenbahnen, Hochflurstraßenbahnen und U-Bahnen werden in der Schall 03 2006 in Datenblättern beschrieben.



**Abbildung 1:** Schallquellen einer Straßenbahn nach [1]

### Auswirkungen der geänderten Berechnungsmethodik

Vergleichsrechnungen haben gezeigt, dass gegenüber der bisherigen Berechnungsmethode nach Schall 03 1990 im Geschwindigkeitsbereich von 50 bis 60 km/h um etwa 2 bis 3 dB(A) geringere Schallemissionen resultieren. Die geringeren Emissionen können auf den seit Einführung der Schall 03 1990 erneuerten Fahrzeugpark der Verkehrsbetriebe zurückgeführt werden. Durch die erhöhten Ansprüche an die Klimatisierung von Fahrzeugen nimmt die Bedeutung der Aggregatgeräusche jedoch zu. Im Bereich von Endhaltestellen, an denen die Fahrzeuge teils mehrere Minuten stehen, während die Aggregate laufen, können diese eine besondere Störwirkung entfalten. Deshalb wurden mit der neuen Schall 03 2006 die Aggregatgeräusche als zusätzliche Geräuschquelle eingeführt und je nach Fahrzeugtyp (Niederflur-/Hochflurfahrzeug) im Oberflur- bzw. Unterflurbereich angesetzt. Die Auswirkung der Aggregatgeräusche ist mit einer Abschirmung (z.B. Wartehäuschen) an einer Endhaltestelle im Vergleich zu einer Vernachlässigung der Aggregatgeräusche dargestellt.



**Abbildung 1:** Auswirkung der Berechnungen nach Schall03 2006 ohne (links) und mit (rechts) Berücksichtigung von Aggregatgeräuschen bei einer Schallschutzwand an einer Endhaltestelle [1]

### Einführung von Innovationen

Im Rahmen der Schall 03 2006 ist vorgesehen, dass neue innovative Bahntechnik im Rechenverfahren durch die Einführung von aktuellen akustischen Kenndaten berücksichtigt werden können. Neue Bahntechniken können dabei u.a. Fahrzeuge oder Komponenten davon, Fahrbahnarten, Brücken oder Gleis- und Radpflegeverfahren umfassen. Dadurch kann stets der jeweils aktuelle Stand der Bahntechnik abgebildet werden. Der Nachweis von Emissionsdaten für Fahrzeugeinheiten, die bisher in der Schall 03 2006 nicht erfasst sind, ist in Zuordnung zu einer Fahrzeugart der Richtlinie zu führen. Zur Beschreibung der Schallemission solcher Fahrzeugeinheiten dienen Ergebnisse von Vorbeifahrtmes-

sungen auf einem Schwellengleis und Standmessungen nach DIN EN ISO 3095 [2] unter Berücksichtigung der zusätzlichen Messanforderungen der Technischen Spezifikationen zur Interoperabilität (TSI) [3]. Die Vorbeifahrtmessungen sollen nach mindestens drei Betriebsbremsungen durchgeführt worden sein. Geräuschemissionsdaten für aerodynamische, Aggregate- und Antriebsgeräusche sind durch Standmessungen und besondere Messungen - z.B. hinter einem Schallschirm, mit einem Richtmikrofon oder im Windkanal – zu führen und für den jeweiligen Höhenbereich der Emission zu übernehmen. Ein neues Emissionsdatenblatt ist für einen Fahrzeugtyp zu erstellen, wenn eine wesentliche Abweichung von den Regelungen der Schall 03 2006 vorliegt. Dies ist der Fall, wenn für eine Teilquelle die Abweichung im A-bewerteten Gesamtpegel mehr als 2 dB oder in einzelnen Oktavbändern mehr als 4 dB beträgt. Die Einführung des neuen Emissionsblattes erfolgt über eine „zuständige Stelle“, die hierzu ein Zertifikat erstellt.

### Schallmessungen Stuttgarter Stadtbahn

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG konnten bisher durch eine gesonderte Zulassung der Technischen Aufsichtsbehörde bei Schallimmissionsberechnungen nach Schall 03 1990 einen Schallpegelabschlag von 3 dB(A) aufgrund des Einsatzes besonders leiser Fahrzeuge als Stadtbahn ansetzen. Es sollte nun geprüft werden, ob für die Stuttgarter Stadtbahn - Fahrzeuge auch bei Anwendung der Schall 03 2006 ein Pegelabschlag vorgesehen werden kann. Da die Schall 03 2006 ohnehin um etwa 2 bis 3 dB(A) geringere Emissionen berechnet, war dies nicht von vorneherein zu erwarten.



Abbildung 2: Fahrzeugtyp DT8/6 der Stuttgarter Straßenbahnen

Bei den Messungen wurden unterschiedliche Baureihen des Fahrzeugtyps DT8 gemessen. Insgesamt konnten 32 auswertbare Vorbeifahrten von Fahrzeugen des Typs DT8 gemessen werden. Die gemessenen Mittelungspegel  $L_{Aeq,1h}$  wurden nach folgender Formel in längenbezogene Schallleistungspegel  $L_{WA',1h}$  umgerechnet:

$$L_{WA',1h} = L_{Aeq,1h} + 10 \lg \left( \frac{\pi d}{d_0} \right) - D_{BM} - K$$

$L_{Aeq,1h}$	Mittelungspegel bezogen auf eine Mittelungsdauer $T_0 = 1h$
$d$	räumlicher Messabstand vom Gleis
$d_0$	Bezugsabstand 1m
$D_{BM}$	Boden- und Meteorologiedämpfung
$K$	Korrektursummand zur Anpassung an die Ausbreitungsrechnung nach Schall 03 2006

Das Ergebnis der zusammenfassenden Auswertung aller Baureihen zeigt folgende Abbildung 3:

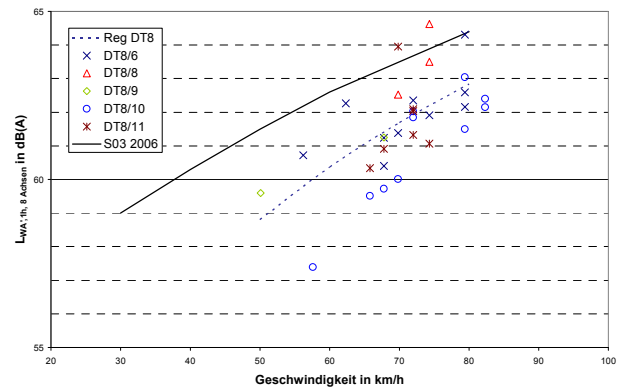


Abbildung 3: Messergebnisse (A-bewertet) im Vergleich zu Berechnungen nach Schall 03 2006

Die Ergebnisse zeigen, dass die Messwerte gemittelt über alle Fahrzeuge des TYP DT8 je nach Geschwindigkeit etwa 2 bis 3 dB(A) unter den Rechenwerten der Schall 03 2006 liegen. Unterscheidet man die Ergebnisse nach den verschiedenen Baureihen DT8/6 bis DT8/11, kann festgestellt werden, dass insbesondere die neueren Baureihen DT8/10 und DT8/11 zu der weiteren Lärminderung beigetragen haben. Dies kann auf technische Lärminderungsmaßnahmen (Antrieb, Schallabsorber) zur Einhaltung der Pegelhöchstwerte nach VDV 154 an den neueren Baureihen zurückgeführt werden. Bei einer getrennten Betrachtung würden Fahrzeuge neuerer Baureihen einen Abschlag von mehr als 2 dB gegenüber Schall03 2006 rechtfertigen. Auch ohne Unterscheidung nach den verschiedenen Baureihen liegt eine wesentliche Abweichung von den Vorgaben der Schall 03 2006 vor, die ein gesondertes Datenblatt für die Emissionsberechnung ermöglicht.

### Literatur

- [1] Schall 03 2006, Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von schienenengebundenen Verkehrsmitteln, Entwurf vom 21.12.2006
- [2] Akustik 03 - Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Schall03 - Bundesbahn-Zentralamt München, Ausgabe 1990
- [3] DIN EN ISO 3095, Bahnanwendungen – Akustik – Messung der Geräuschemissionen von spurgebundenen Fahrzeugen, November 2005
- [4] TSI: Entscheidung der Kommission 2002/735/EG vom 30. Mai 2002 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems "Fahrzeuge" des trans-europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems nach Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG
- [5] „Fortschreibung der Schall 03 1990 - Auswertung von Messdaten zur Festlegung der Berechnungsparameter für Straßenbahnen“; Möhler + Partner, Bericht 106-2131 vom Juni 2006 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr
- [6] „Schallmessungen der Stuttgarter Stadtbahnen Typ DT8 im Hinblick auf die neue Schall 03“; Möhler +Partner Bericht 107-2622 vom November 2008 im Auftrag der Stuttgarter Straßenbahn AG