

Teilschallquellenermittlung aus Außengeräuschmessungen, Analyse und Simulation

Dipl.-Ing. A. GRUBER, MAN Steyr AG
Dipl.-Ing. H.-P. FINGERHUT, MAN Nutzfahrzeuge AG

1 Zusammenfassung

Um die Anteile der einzelnen Teilschallquellen am Gesamtgeräusch eines schweren LKW über der Meßstrecke zu ermitteln, wurde eine **Teilschallquellenanalyse** ausgeführt. Mittels **Simulationen** auf Basis gemessener Teilschallquellenanalysen erhält man einen guten Überblick über die durch Absenken eines Teilpegels mögliche Gesamtgeräuschreduzierung. Weiters wurden verschiedene **Szenarios** der gleichzeitigen Reduzierung mehrerer Schallquellen erstellt.

2 Einleitung

Ziel der Arbeiten war es, mittels einer Teilschallquellenanalyse die Anteile der einzelnen Teilschallquellen am Gesamtgeräusch eines schweren Lastkraftwagens zu ermitteln und Auswirkungen einzelner Maßnahmen auf die Gesamtgeräuschemission zu simulieren.

Die gezeigten Untersuchungen beziehen sich auf die „Beschleunigte Vorbeifahrt“ mit Meßanordnung entsprechend ISO R 362. Es wurde ein Lkw mit einem Höchstgewicht von 18 Tonnen und einer Motorleistung von 280 PS EURO2 verwendet.

Untersucht wurden sowohl das derzeit gültige Meßverfahren 99/101/EG als auch der aktuell diskutierte Vorschlag für ein neues Geräuschmessverfahren, der eine Geräuschmessung bei beladenem Fahrzeug in nur einem Getriebeingang vorsieht. Hintergrund des neuen Verfahrens ist es, realistischere Fahrzustände im Straßenverkehr abzubilden. Daher wird mit beladenem Fahrzeug gefahren, und es wird die Drehzahl am Ende der Meßzone definiert, sodaß sich geringere Fahrzeugbeschleunigungen ergeben. Außerdem wird bei diesem Verfahren das Reifengeräusch nicht mehr so überbewertet wie bisher. Beim neuen Verfahren wird nur ein Gang verwendet. Es ergeben sich niedrigere Motordrehzahlen, wie sie im Stadtverkehr gefahren werden. Die Fahrgeschwindigkeit am Ende der Meßzone - also bei der +10m-Linie - liegt bei den in diesem Vorschlag definierten 35 km/h.

3 Analyseverfahren

Für die Bestimmung der Teilpegel der einzelnen Teilschallquellen wurde nach der sogenannten Fenstermethode vorgegangen, bei der sich aus der Differenz der Schallpegel von aufgedeckter und abgedeckter Teilschallquelle der sogenannte „Teilschallpegel“ dieser Quelle ergibt. **Bild 1** zeigt als Ergebnis einer solchen Meßreihe den Teilpegel des Getriebes (blaue Kurve).

Nach einer Messung des Fahrzeugs im Anlieferungszustand (rote Kurve) wurden alle Schallquellen so gut wie möglich abgedeckt, und der Basiszustand, also mit allen Abdeckungen, gemessen (magenta Kurve). Danach wurde jeweils ein „Fenster“ geöffnet, d.h. jeweils eine Abdeckung entfernt und der Pegel bei „offener Schallquelle“ gemessen (grüne Kurve). Dann findet man den Teilpegel (das theoretische Geräuschminderungspotential dieser Teilschallquelle, blaue Kurve) als energetische Differenz der Pegel ohne und mit Abdeckungen, also zwischen offener Messung und Basismessung.

Bild 3 zeigt das Gesamtergebnis der Teilschallquellenanalyse: Unter idealen Meßbedingungen müßte die berechnete grüne Kurve ident sein mit der gemessenen roten. Man erkennt, daß die beiden Linien gut übereinstimmen, insbesondere an der Position der Maxima. Die anderen Kurven stellen die Teilpegel der einzelnen Schallquellen entlang der Meßstrecke dar. Die hier mit „residual noise“ bezeichnete magenta Kurve stellt das Restgeräusch dar, das bei der Messung mit allen Kapselungen noch bleibt, und das nicht mehr weiter verringert werden kann.

Es zeigte sich, daß im Getriebeingang 5S an der linken Fahrzeugseite die Anteile von Getriebe und Schalldämpferanlage höher liegen als diejenigen des Motors. Ferner stellte sich heraus, daß es bei dem betrachteten Fahrzeug nur drei für das Gesamtgeräusch relevante Hauptschallquellen gibt: Getriebe, Abgasanlage und Motor.

4 Simulationen und Szenarios

Auf Basis der gemessenen Pegelverläufe über der Meßstrecke wurden einzelne geräuschreduzierende Maßnahmen der Hauptschallquellen **simuliert** und deren Auswirkungen auf den Gesamtpegel des LKW untersucht.

Wird z.B. rechnerisch der Teilpegel der Teilschallquelle Motor des Versuchsfahrzeuges um konstant 2 dB(A) über der gesamten Meßstrecke abgesenkt (zum Beispiel durch eine ganze Reihe von Primärmaßnahmen am Motor), würde der Gesamtpegel des Fahrzeugs im Punkt des Maximums um lediglich 0,3 dB sinken.

Ferner wurden die Teilpegel eines leiseren Getriebes eines anderen Herstellers (**Bild 4**, leider nicht für die gesamte Typenpalette unserer Fahrzeuge erhältlich) gemessen und eingesetzt: Es zeigen sich deutliche Auswirkungen (-1,1 dB) auf den Gesamtpegel.

Weiters lassen sich **Szenarios** darstellen, die den erreichbaren Gesamtgeräuschpegel eines LKW bei Absenken mehrerer oder aller Quellen entsprechend ihrem gemessenen Geräuschminderungspotential zeigen.

Szenarios, die die Auswirkungen von Maßnahmen an den Teilschallquellen auf den Maximalwert des Gesamtgeräuschs eines LKW darstellen, müssen immer auf die Position an der Meßstrecke bezogen sein, an der der Maximalpegel des Gesamtgeräuschs auftritt. Beim hier untersuchten Fahrzeug war das der Bereich bei ca. +5,5 m nach der Mikrofonlinie.

Werden nun realistische Werte für die möglichen Absenkungen der drei Hauptschallquellen Motor, Abgasanlage und Getriebe eingesetzt, wird ein realistischer Wert von 1,8 dB(A) für die Absenkung des Gesamtpegels erreicht (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.). Die emittierte Schallenergie dieses Fahrzeugs könnte also um 35 % reduziert werden.

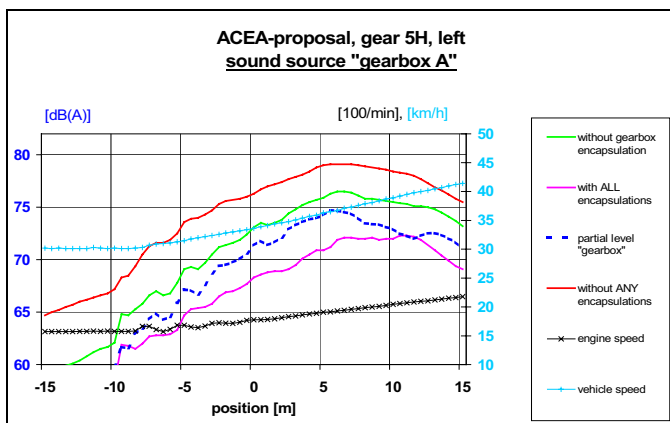


Bild 1: Teilschallpegel Getriebe

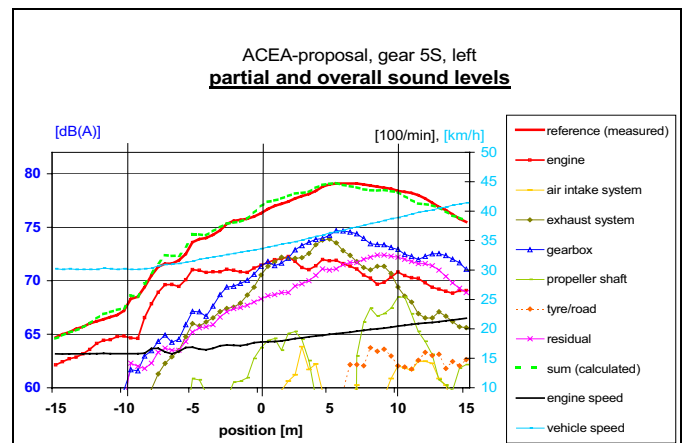


Bild 3: Gesamt- und Teilpegelverläufe

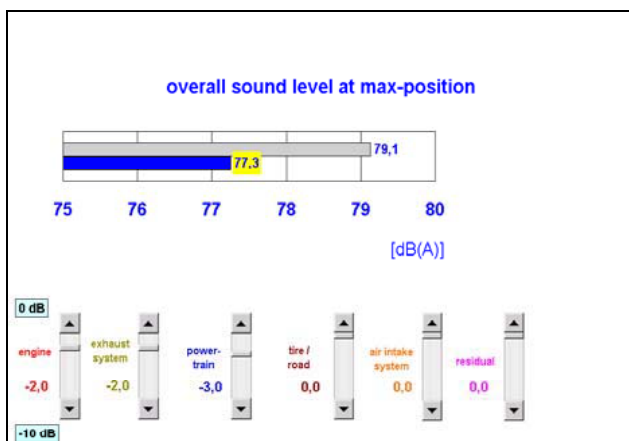


Bild 2: Szenario „Realistische Absenkung der drei Hauptquellen“

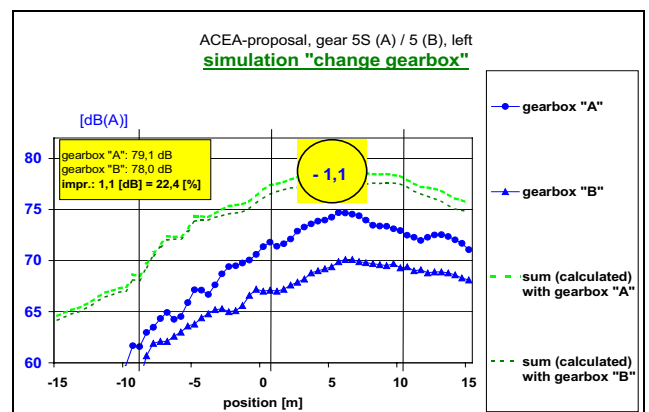


Bild 4: Simulation eines leiseren Getriebes