

Das Gaswechselgeräusch als Teilschallquelle im Aussengeräusch

Jürgen Schorn
 Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG
 Email: juergen.schorn@porsche.de

Einleitung

Das Aussengeräusch eines Fahrzeuges wird von den Teilschallquellen Motor-, Gaswechsel-, Reifen und Getriebe- geräusch geprägt. Mit der Teilschallquelle Gaswechselgeräusch, die im folgenden Beitrag näher betrachtet wird, kann die akustische Auslegung eines Fahrzeuges stark beeinflusst werden, sportlich kraftvoll oder komfortbetont zurückhaltend.

Die Bedeutung der Teilschallquelle Gaswechsel im Aussengeräusch von PKW's

Je nach Fahrzeugklasse ist die Wichtung der einzelnen Teilschallquellen am Gesamtgeräusch stark unterschiedlich. Dies ist zum einen auf die Beeinflussbarkeit der Einzelquellen, z.B. Reifenabrollgeräusch, und zum anderen auf das Messverfahren, 2./3. Gang gemittelt oder nur 3. Gang, zurückzuführen. Bild 1 zeigt diese unterschiedliche Verteilung der wichtigsten Teilschallquellen bei Komfortlimousinen, Kleinwagen und Sportwagen.

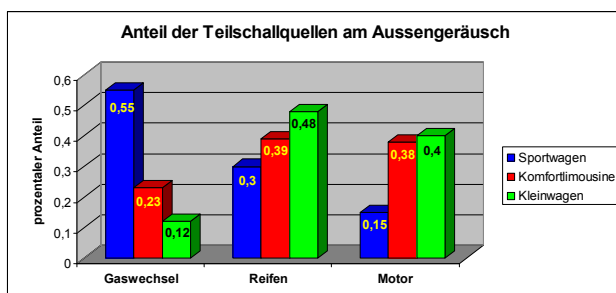


Bild 1 : Anteil der Teilschallquellen am Aussengeräusch

Sowohl bei den Komfortlimousinen als auch bei den Kleinwagen hat das Gaswechselgeräusch nur einen geringen Anteil am Aussengeräusch des Fahrzeuges. In der Fahrzeugklasse Komfortlimousine wird der Fokus auf ein angenehmes, ausgewogenes Geräuschverhalten gelegt. Das Mündungsgeräusch tritt hier in den Hintergrund. Im Kleinwagensegment hat das Gaswechselgeräusch einen

noch geringeren Anteil am Gesamtgeräusch, da hier besonders die Reifen, deren Geräuschverhalten aber kaum beeinflusst werden kann, die dominierende Quelle darstellen. Bei den Sportwagen, die in der Regel im 3. Gang gemessen werden, liegt die Dominanz bei dem Gaswechselgeräusch. Die Rollgeräusche sind hier auf Grund der hohen Beschleunigungen bestimmender als das Motorgeschall. Die Gaswechselgeräusche bestimmen in dieser Fahrzeugklasse den sportlichen Charakter nach innen und aussen im gesamten Drehzahlbereich.

Anforderungen an das Gaswechselsystem

An das Gaswechselsystem werden unterschiedliche Anforderungen gestellt, Bild 2, deren Erfüllung zum Teil konträre Maßnahmen bedingen. Hierbei wird unter den reinen bauteilspezifischen und fahrzeugspezifischen Anforderungen unterschieden. Wichtig sind dabei besonders die Wechselbeziehungen zwischen der Akustik, der Leistung und dem Package, die die Konzeptauslegung des Gaswechselsystems in der frühesten Entwicklungsphase notwendig machen. Die Akustik des Gaswechselsystems darf dabei einerseits ihren vorgegebenen Anteil am Aussengeräusch nicht überschreiten und andererseits muss das fahrzeugtypische Klangbild erreicht werden.

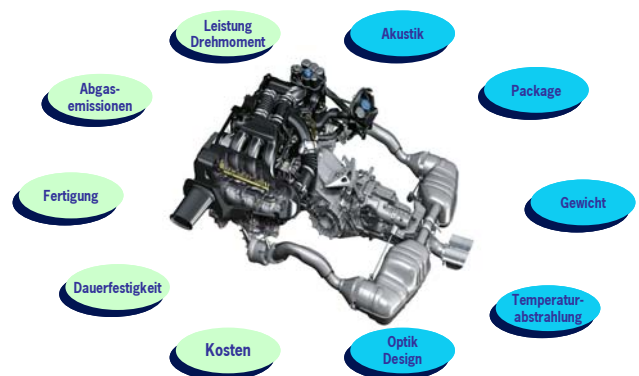


Bild 2 : Anforderungen an das Gaswechselsystem

Auslegung der Bauteile

Die Grundanregung des Gaswechselgeräuschs wird durch die Zylinderzahl des Motors bestimmt. Die Ordnungszusammensetzung des Geräusches kann durch die Ausführung und Zusammenführung der einzelnen Krümmerrohre sowohl auf der Ansaug- wie auch der Abgasseite bestimmt werden [1]. Durch geeignete Anordnungen der Katalysatoren, Partikelfilter und Schalldämpfer im Abgasstrang werden unerwünschte Resonanzen vermieden und einzelne Frequenzbereiche gezielt bedämpft. Ansaugseitig wird das Luftfiltergehäuse gezielt als Geräuschkämpfer eingesetzt. In Verbindung mit dem Rohluftschornrohr und dem Verbindungsrohr zu Drosselklappe stellt dieser einen Reihenresonator dar, dessen akustische Abstimmung über die Längen und Durchmesser der Rohre und der Volumengröße möglich ist. In enger Zusammenarbeit der verschiedenen Fachbereiche werden die Grundabmessungen des Gaswechselsystems definiert. Konzeptionelle Betrachtungen in der Konstruktionsphase werden mit Hilfe von Berechnungsprogrammen unterstützt. Hiermit können Aussagen über das Leistungs- und Akustikverhalten eines neuen Systems getroffen werden. In Bild 3 ist das Antriebsaggregat und das zugehörige Berechnungsmodell eines Porsche Boxster dargestellt. Mit diesem Modell können sowohl der Drehmomentverlauf als auch das Mündungsgeräusch der Ansaugung und der Abgasanlage berechnet werden.

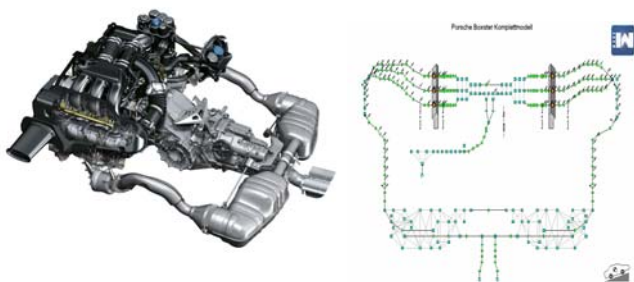


Bild 3 : Original und Berechnungsmodell Antrieb Porsche Boxster

Über einen zusätzlichen Berechnungsschritt, bei dem die fahrzeugspezifischen Daten wie Gewicht, Getriebe und Trägheitsmomente berücksichtigt werden, kann die beschleunigte Vorbeifahrt simuliert werden. Als Ergebnis erhält man das Geräuschverhalten, die Geschwindigkeit und das Drehzahlniveau in der Vorbeifahrtstrecke.

In Bild 4 sind beispielhaft der Geschwindigkeitsverlauf und der 3. Ordnungspegel dargestellt.

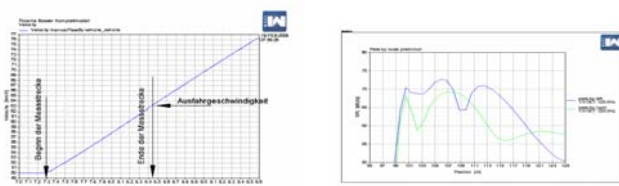


Bild 4 : berechneter Geschwindigkeitsverlauf und 3. Ordnungspegel in der Vorbeifahrtstrecke

Mit dem Berechnungsmodell sind grundsätzliche Konzeptentscheidungen über die Positionierung der Einzelbauteile und über deren Auswirkung auf die Drehmomentverläufe und über die zu erwartende Ausfahrgeschwindigkeiten möglich, sowie können Anforderungen an die Gesamtübersetzung gegeben werden. Auch kann die Anzahl der Mustervarianten in Hardware deutlich reduziert werden. Die akustische Feinabstimmung der Geräuschquellen werden jedoch noch experimentell durchgeführt. Neben dem Wissen über das akustische Verhalten eines Gaswechselsystems ist es wichtig Zielvorgaben mit den gemessenen Geräuschen zu vergleichen.

Zusammenfassung

Das Gaswechselsystem hat bei Sportwagen einen wesentlichen Anteil am Aussengeräusch. Bei der Auslegung ist der Zielkonflikt zwischen Leistung, Package und Akustik zu lösen. Die Mündungsgeräusche werden als typisches Erkennungsmerkmal genutzt. Die Simulationstools ermöglichen Aussagen über das Mündungsgeräusch und über das Geräuschverhalten bei der beschleunigten Vorbeifahrt. Hiermit können Konzeptvergleiche durchgeführt werden. Die endgültige akustische Abstimmung muss jedoch an der Hardware erfolgen.

Literatur

[1] FVV-Ordnungsanregung Mehrventiler Heft 763 / 2003