

SOUNDDESIGN IM AUTOMOBIL BEREICH

Tonseminar SS16

Max Kersten

Inhalt

Sound Design im Automobil Bereich	2
Motor Sound.....	3
Abgasanlagen.....	4
Absorption.....	4
Reflexion	4
Active Sound Design (ASD).....	5
Active Noise Control (ANC)	6
ASD und ANC in der Zukunft	7
Verweise	9
Videos.....	9

Sound Design im Automobil Bereich

Sound Design findet im Automobil Bereich an fast allen Ecken statt. Rund 5% der Entwicklungskosten eines Fahrzeugs werden für die Klangoptimierung ausgegeben. Dafür beschäftigt sich die Fahrzeugakustik mit der Geräuschentwicklung und Ausbreitung im Fahrzeug. Ziel ist es, die Qualität und den Charakter des jeweiligen Fahrzeuges auch auditiv zu unterstreichen. Es sollen über alle Sinneskanäle Emotionen erzeugt werden, die den Kunden vom Fahrzeug überzeugen und sich positiv auf die Kaufentscheidung auswirken. Bei der Fahrzeugentwicklung muss die Zielgruppe der Interessenten schon bei der Entwicklung definiert sein, da die Geschmäcker sich sehr unterscheiden können. Niemand möchte einen Porsche 911 fahren, der sich anhört wie ein VW Golf. Zwischen den in *Abbildung 1* beschriebenen Größen muss für das jeweilige Fahrzeug der optimale Kompromiss gefunden werden.



ABBILDUNG 1 BALANCE DER KUNDENWÜNSCHE (GENUIT, 2010, S. 432)

Neben der Charakter- und Emotionsentwicklung ist die Störgeräuschanalyse, -ortung und -optimierung ein weiterer wichtiger Bestandteil im Sound Design. Ziel ist es jegliche Störgeräusche für das „Fahrerohr“ zu minimieren. Dabei wird aktiv bei der Konstruktion, z.B. eines Motorlagers, mitgewirkt, sodass möglichst wenige ungewollte Schwingungen auf die Karosserie und somit in den Fahrgastraum übertragen werden.

Motor Sound

Den Motorsound eines Verbrennungsmotors wird von sehr vielen Faktoren beeinflusst. Grundlegend dafür ist erst einmal die Bauform, wie viele Zylinder besitzt der Motor und wie sind diese angeordnet. Ein vier Zylinder Reihenmotor entwickelt ein anderes Klangspektrum wie ein V8 Motor. Zudem hat der Hubraum eines Motors ebenfalls Auswirkungen auf den Klang. Dieser ergibt sich aus der Anzahl der Zylinder, deren Bohrungsdurchmesser und dem Hub der Kolben. Die Variation dieser Größen und deren Verhältnisse ist ebenfalls ein Faktor. Weitere wichtige Faktoren sind die Zündreihenfolge der Zylinder, der verwendete Treibstoff (Benzin, Diesel) und deren miteingehenden prinzipbedingten Besonderheiten. Eine offener oder geschlossener Luftfilterkasten, sowie die natürliche Beatmung des Motors oder die Zwangsbeatmung durch einen Turbolader oder Kompressor verändern die Klangeigenschaften ebenfalls.

Die Nebenaggregate wie die Lichtmaschine, Kühlaggregat, etc. sollten so optimiert werden, dass deren Schallemissionen durch den Motor maskiert werden oder sich in den Gesamtklang unauffällig einfügen.

Bei modernen Hochleistungsmotoren wie im AMG GT oder Jaguar F-Type werden im Motorsteuergerät bewusst Fehlzündungen programmiert, die für ein Knattern und Knallen in der Abgasanlage sorgen. Diese Fehlzündungen würde der Motor von sich aus nicht machen und dienen lediglich dazu, die klangliche Kundenerwartung zu erfüllen und die Sportlichkeit zu unterstreichen.

Abgasanlagen

In der Abgasanlage sind mehrere Schalldämpfer verbaut, mit denen der Motorklang ebenfalls beeinflusst werden kann. Es gibt zwei Grundbauformen, die getrennt oder kombiniert in einem Schalldämpfer verbaut werden. Bei Sportwagen werden oft Klappenabgasanlagen verbaut. Diese besitzen eine Klappe vor dem Schalldämpfer, die geöffnet werden kann, sodass Teile der Abgase den Schalldämpfer umgehen können. Damit kann der Klangcharakter je nach Situation angepasst werden.

Absorption

Bei dieser Bauart werden die Abgase durch ein perforiertes Rohr geleitet, welches von einem hitzebeständigen porösen Dämmmaterial umgeben ist (meist Steinwolle). Dies führt zu einer Pegelreduktion in den hohen Frequenzen von bis zu 30 dBA.

Reflexion

Der Reflexionsschalldämpfer basiert auf dem Prinzip eines Helmholtz-Resonators. Ein bestimmtes Volumen wird im Schalldämpfer abgetrennt. Dort hinein zweigt ein Rohr mit einer bestimmten Länge und Durchmesser vom Hauptrohr ab. Das Volumen und das Rohr bestimmen die zu dämpfenden Frequenzanteile. Dieses Prinzip ist für tiefe Frequenzen am effektivsten.

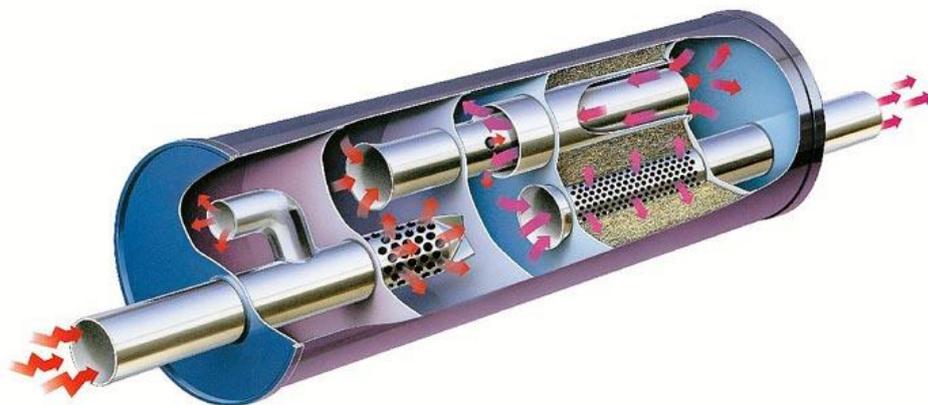


ABBILDUNG 2 KOMBINIERTER SCHALLDÄMPFER (SCHALLDÄMPFER, 2016)

Active Sound Design (ASD)

Bei ASD handelt es sich um den aktiven Eingriff in den Motosound. Dabei wird nach außen und/oder nach innen ein synthetischer Motorsound abgespielt, sodass ein Dieselmotor nach einem großvolumigen V8 klingt.

Die Firma Eberspächer entwickelte das Active Sound System welches über einen Soundaktor, welcher bei oder in die Abgasanlage eingebaut wird, einen synthetischen Sound zum normalen Motor Sound addiert und somit die Klangillusion geschaffen. Der synthetische Motor Sound wird von einem speziellen Steuergerät erzeugt, welches diesen abhängig von der Motordrehzahl generiert. Der Aktor besteht aus einem hitzebeständigem Lautsprecher und einem Mikrofon.



ABBILDUNG 3 SOUNDAKTOR (EBERSPÄCHER ACTIVE SOUND: SATTER KLANG FÜR IHR FAHRZEUG, 2016)

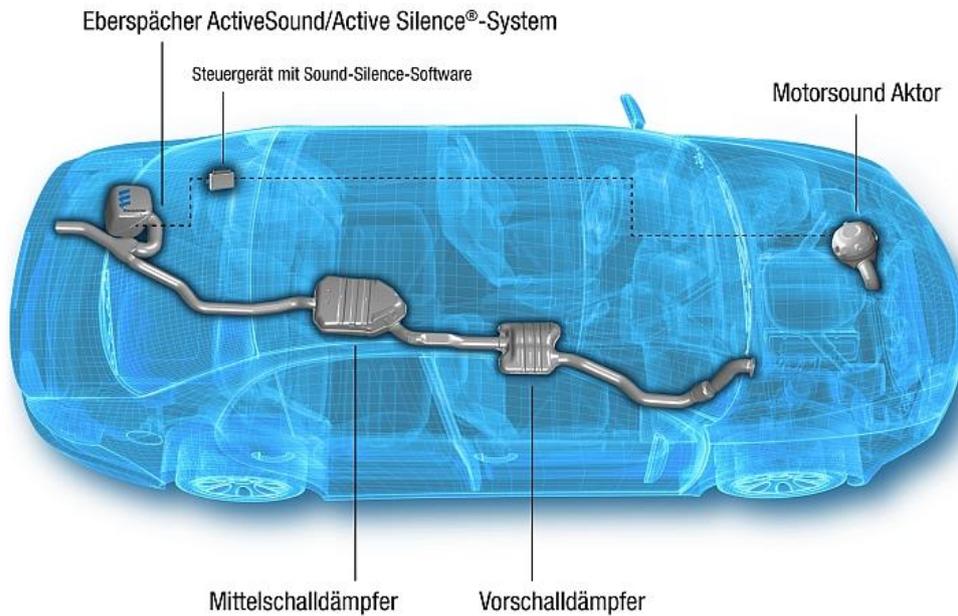


ABBILDUNG 4 FUNKTIONSPRINZIP ACTIVE SOUND (EBERSPÄCHER ENTWICKELT AUDI ACTIVE SOUND WEITER, 2013)

Active Noise Control (ANC)

ANC ist vielen von Kopfhörern bekannt, doch das Funktionsprinzip wird auch in der Automobilindustrie zunehmend verwendet. Mit einem synthetisch generierten Gegenschall wird versucht Störschall im Innenraum aufzuheben. Dabei wird über Mikrofone über den Sitzpositionen der Störschall gemessen und die Auslöschung überprüft. Dieses Prinzip funktioniert für tiefe Frequenzen sehr gut, aber nicht für hohe. Der Vorteil dieses Systems im Innenraum sind die Kosten und das Gewicht. Das System führt zu keinem merklichen Mehrgewicht des Fahrzeugs und ist günstiger, wie eine zusätzliche akustische Dämmung oder Schwingungsoptimierung einzelner Bauteile.

ANC lässt sich auch in Verbindung mit einem ASD Systems verwenden. Der Soundaktor im Abgasstrang fungiert als Ersatz für einen Endschalldämpfer. Dadurch kann der Lautstärkepegel effektiver gesenkt werden und der Motorklang gezielter geformt werden.

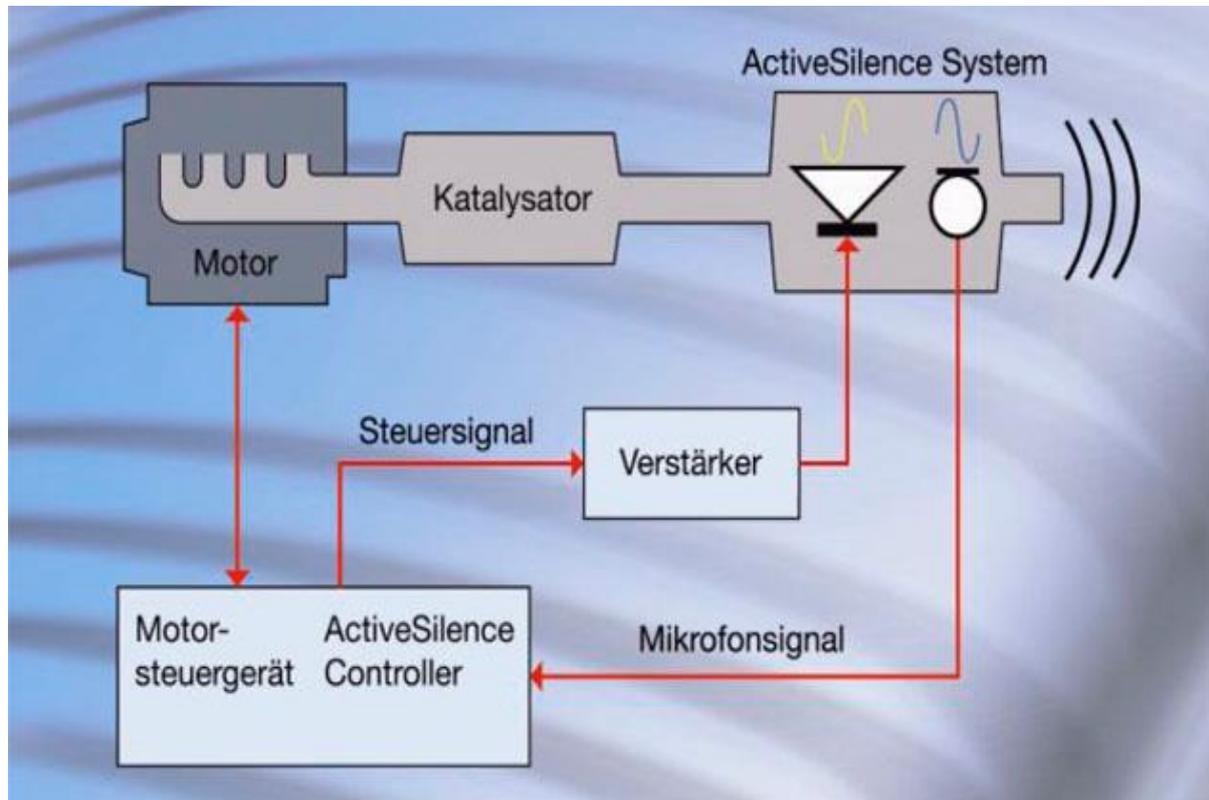


ABBILDUNG 5 ANC ANSTATT ENDSCHALLDÄMPFER (EBERSPÄCHER ACTIVE SOUND: SATTER KLANG FÜR IHR FAHRZEUG, 2016)

ASD und ANC in der Zukunft

In der Zukunft werden ANC und ASD in der Fahrzeugakustik eine immer größere Rolle spielen. Bei Elektroautomobilen fällt der charakteristische Klang des Verbrennungsmotors weg. Dadurch rücken viele Geräusche störend in den Vordergrund, wie z.B. die Klimaanlage oder Stellmotoren. Eine akustische Kapselung dieser Elemente ist sehr aufwändig und schwer. Deswegen bietet sich dort an ANC System an, da es simpler und leichter, wodurch die Reichweite eines Elektroautos vergrößert werden kann. Das Wegfallen des Motorengeräusches ist ebenfalls ein Problem für den Fahrer, der es gewöhnt ist ein akustisches Feedback vom Motor zu

bekommen und anhand dessen seine Fahrweise besser bewerten kann. Ein Active Sound System würde ihm dieses Feedback wieder geben können. Das System würde nach außen hin auch den Fußgängerschutz erhöhen. Elektroautos sind bei geringen Geschwindigkeiten kaum hörbar und generell leiser als Autos mit Verbrennungsmotor. Dadurch können Elektroautos erst später akustisch wahrgenommen werden und auch die Geschwindigkeit kann schlechter eingeschätzt werden. Eine außen angebrachte ASD Lösung würde die Autos wieder früher ortbar machen und die Passanten Sicherheit erhöhen.

Verweise

ACTIVE SOUND BOOSTER: SPORTLICHER AUSPUFFKLANG FÜR FAHRZEUGE ALLER ART.

(2015). Von SYNDIKAT ASPHALTFIEBER: <http://www.syndikat-asphaltfieber.de/news/active-sound-booster-sportlicher-auspuffklang-fuer-fahrzeuge-aller-art/13920/> abgerufen

Antischall. (2016). Von Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Antischall> abgerufen

Eberspächer ActiveSound: Satter Klang für ihr Fahrzeug. (2016). Von Eberspächer:

<http://www.eberspaecher.com/produkte/exhaust-technology/aftermarket/activesound.html> abgerufen

Eberspächer entwickelt Audi ActiveSound weiter. (2013). Von Automotive Technology:

<http://automotive-technology.de/eberspacher-entwickelt-audi-activesound-weiter/> abgerufen

Genuit, K. (2010). *Sound-Engineering im Automobilbereich.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Schalldämpfer. (2016). Von mein-autolexikon.de: http://www.mein-autolexikon.de/fileadmin/user_upload/Inhalt/Produkte/Schalldaempfer/schallreduktion.jpg abgerufen

Zeller, P. (2009). *Handbuch Fahrzeugakustik.* Vieweg+Teubner Verlag.

Videos

<https://www.youtube.com/watch?v=aG63WwXHsIU>

<https://www.youtube.com/watch?v=kNbhBAO978M>

<https://www.youtube.com/watch?v=I9CYc3M0DVK>