

Das Sound-Engineering im Automobilbereich ist als so genannte Fahrzeugakustik ein Verbindungsglied zwischen der Physik, bestimmt durch konstruktive Merkmale (Anregungen und Kopplungen), und der Psychologie, ausgedrückt im akustischen Komfort und Wohlbefinden.

Die Akustik in Verbindung mit den wahrnehmbaren, gefühlten Schwingungen (Noise-Vibration-Harshness (NVH)) ist als ein Baustein erfolgreicher Fahrzeugentwicklung zu sehen. Dabei kommen im Kontext gesellschaftlichen Wandels immer wieder neue Qualitätskriterien auf, die in der Fahrzeugentwicklung berücksichtigt werden müssen. Waren ursprünglich pragmatische, sachbezogene und funktionale Kriterien von entscheidender Bedeutung, kamen in den letzten Jahren zunehmend emotionale und gefühlsbetonte Ansprüche und Wünsche auf. Leidenschaft, Emotion, Fahrfreude und Geborgenheit wurden zentrale Leitmotive für die Bewerbung von Automobilprodukten und ergänzten oder ersetzen gar die Darstellung von sachlichen Leistungsangaben.

Aufgrund aktueller sozio-politischer Veränderungen und umweltpolitischer Diskussionen rücken nun verstärkt ökologiebezogene Kriterien zur Beurteilung von Fahrzeugen in den Vordergrund. Der erneute Paradigmenwechsel zeigt sich wiederum in der Veränderung der Leitmotive; umweltfreundlich, emissionsarm und effizient sind die neuen Schlagwörter.

Die EU-Abgasbestimmungen erfordern eine enge Zusammenarbeit von Motorenherstellern bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung im Spannungsfeld hoher Umweltverträglichkeit. Die Automobilwelt verändert sich grundlegend und neue Konzepte werden verlangt. Gefordert werden Downsizing, kleinere, leichtere und schwächer motorisierte Fahrzeuge, Hybridantrieb und vollständige Elektrotraktion. Zunehmende Anforderungen bezüglich zulässiger Emissionen führen dabei zu Veränderungen der Motoren, die gleichzeitig das NVH-Anregungsverhalten maßgeblich (und in der Regel ungünstig) beeinflussen.

Leider nimmt das Thema NVH nicht immer eine zentrale Rolle in der Fahrzeugentwicklung ein. Gerade im Rahmen neuer Antriebskonzepte kann eine Vernachlässigung des Themenschwerpunkts NVH die Akzeptanz neuer Technologien nachhaltig gefährden.

Darüber hinaus rückt das aktive Gestalten der Fahrzeugakustik vermehrt in den Fokus, wobei gerade im Rahmen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen akustische Feedbacks ge-

neriert und völlig neu gestaltet werden müssen. Konzeptionell scheint von der Optimierung gegebener Geräuschquellen (Erhalt der Authentizität) bis hin zur völligen künstlichen Kreation des Fahrgeräusches alles möglich. Es müssen daher auf die folgenden Fragen zuverlässige Antworten erarbeitet werden:

- Was möchte der Kunde hören?
- Wie wird der gewohnten akustischen Orientierung im Fahrzeug Rechnung getragen?
- Auf welche Geräusche möchte der Kunde nicht verzichten?
- Soll ein Kunde gemäß seiner individuellen Bedürfnisse aktiv das Fahrzeuggeräusch beeinflussen können?
- Wie muss das Fahrzeugaußengeräusch beschaffen sein (z. B. in Hinblick auf Fußgängerschutz, Lärmschutz, Corporate Sound)?
- Welche nicht-antriebsbezogenen Geräusche treten in den Vordergrund und müssen eventuell vermieden bzw. speziell gestaltet werden?

Sollen zufrieden stellende Antworten auf die genannten Themen gefunden werden, darf die Wahrnehmung von akustischem Komfort und Geräuschqualität im Kontext Kraftfahrzeug nicht auf einige physikalische Messgrößen reduziert werden. Fahrer beurteilen Fahrzeuge nicht auf Basis von isolierten, voneinander unabhängigen Sinnen in vereinfachten Kontexten. Vielmehr wird das Objekt Fahrzeug interaktiv und multi-sensuell, ganzheitlich erfahren und auf Basis der vielschichtigen Empfindungen bewertet. Dabei unterscheiden Kunden nicht zwischen den einzelnen Sinnen, geben Einzelnoten für spezifische Kategorien und leiten aus den einzelnen Noten summative Gesamturteile ab. Ein Kunde entwickelt vielmehr eine Qualitätsempfindung für ein Fahrzeug auf Basis vielfältiger, untrennbar miteinander verflochtener sensorischer Eindrücke, die spezifischen Interaktionseffekten unterliegen. Die Beurteilung von Fahrzeuggeräuschen gewinnt noch eine weitere Dimension, wenn der Hörer die Fahrsituation nicht nur miterlebt, sondern interaktiv beeinflussen kann.

Eine Trennung von verschiedenen akustikbezogenen Bereichen, wie NVH, Bremse, Squeak und Rattle (S&R), auch in Hinblick auf die einzelnen Entwicklungsphasen von der Konzeption über die Planung, Entwicklung bis hin zur Produktion und End-of-Line Tests (EoL) ist nur begrenzt sinnvoll und birgt gewisse Risiken. Dirigierende Mechanismen sind dringend erforderlich, um die Stimmigkeit und Harmonie des Gesamtkonzepts sicherzustellen und bei der Ausführung kontinuierlich zu überprüfen. Die Geräuschgestaltung zur Verbesserung des Gesamtcharakters ist und bleibt auch in Zukunft elementar.

Stil, Charakter und hohe Wertanmutung sind nur durch ein stimmiges, ausgewogenes und beständiges Gesamtbild zu erreichen. Ein hohes Gesamtkomfortniveau ist für eine hohe empfundene Qualität von zentraler Bedeutung. Ganzheitliches Denken und Planen ist erforderlich, damit das finale Produkt ein stimmiges und harmonisches Erscheinungsbild abgibt. Es ist unzureichend, alle akustischen Aspekte gemäß definierter Richtlinien und Vorgaben einzeln zu optimieren; die Akustik eines Fahrzeugs muss sich vor allem im Zusammenspiel aller Geräusche bewähren. Kunden interessieren sich nicht für eingehaltene akustische Grenzwerte, vielmehr möchte der Fahrer adäquat akustisch unterhalten werden. Dabei ist gleichermaßen dem Punkt „Corporate Sound“ als auch den Aspekten moderner Bedürfnisse und aktuellem Lifestyle Rechnung zu tragen.

Zur Bewältigung neuer Herausforderungen und zur Erfüllung von steigenden Komfortansprüchen bei zunehmendem Wettbewerbsdruck müssen daher geeignete Mess- und Simulationswerkzeuge sowie kombinierte Verfahren entwickelt und eingesetzt werden, um schwingungstechnische Probleme zielgerichtet zu vermeiden und bereits in frühen Entwicklungsphasen den Grundstein für ein hohes Komfortniveau zu legen.

Gezielte Komposition von Sound anstatt nur Reaktion auf Geräusche.

Damit lässt sich ebenfalls aktives Sound Design realisieren; d. h. konzeptionelles Gestalten der Akustik anstatt nur Reagieren auf unerwünschte, ungewollte Geräusche (engl. troubleshooting).

Der Einsatz innovativer Werkzeuge und Verfahren ist und bleibt unabdingbar, da die Befriedigung der emotionalen Bedürfnisse der Fahrer (in Hinblick auf Komfort, Fahrvergnügen, empfundene Sicherheit oder Design) trotz aller Umweltdiskussionen und Bemühungen zur Emissionsreduktion obligatorisch und zwingend erforderlich bleibt. Die Erfüllung von „Umweltauflagen“ und die Bedienung ökologischer Wünsche sind notwendige aber nicht hinreichende Kriterien für den Erfolg zukünftiger Automobile. Fahrzeugakustik und Sound Design sind mehr denn je von außerordentlicher Bedeutung. „Empfundene Qualitätsprobleme“ werden nach wie vor eine maßgebliche Rolle spielen, und dabei fällt die Wahrnehmung von Fahrgeräuschen und Vibrationen besonders ins Gewicht. Geräusche werden permanent bewusst oder unbewusst registriert und interpretiert. Stimmt dabei das gehörte Fahrgeräusch nicht mit den Erwartungen des Fahrers überein, werden unmittelbar Defekte, Schäden oder Mängel vermutet. Der empfundene Qualitätseindruck sinkt und der Kunde ist unzufrieden. Ein Fahrzeug wird also nicht nur gefahren, es wird – auch bei zukünftigen neuartigen, alternativen Antrieben – multisensorisch erlebt und danach bewertet.

Die Ingenieure im Automobilbereich stehen aufgrund der in Zukunft zu erwartenden stärkeren Elektrifizierung der Antriebe am Rande einer erstmaligen und vielleicht auch einzigartigen Revolution in der Aufgabenstellung hinsichtlich der Optimierung von akustischen und schwingungstechnischen Anforderungen an das Produkt Kraftfahrzeug. Nach einer über 120-jährigen kontinuierlichen Entwicklung im Automobilbereich, in der der Verbrennungsmotor sukzessive optimiert worden ist, kommen in der Zukunft neue Antriebs- und Energieversorgungskonzepte auf die Ingenieure im Automobilbereich zu, die einer völlig anderen Betrachtungsweise bedürfen. Dieses Buch soll mit einen Beitrag dazu leisten, die Herausforderungen an die Kfz-Entwickler zu verstehen und Lösungsansätze zur Bewältigung bereitzustellen.

Klaus Genuit  
HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath



<http://www.springer.com/978-3-642-01414-7>

Sound-Engineering im Automobilbereich  
Methoden zur Messung und Auswertung von  
Geräuschen und Schwingungen

Genuit, K. (Hrsg.)

2010, XX, 590 S. 200 Abb. in Farbe. Mit Online-Extras.,

Hardcover

ISBN: 978-3-642-01414-7