

Fahrzeuggeräusche

von Dr. Reinhard Blumrich

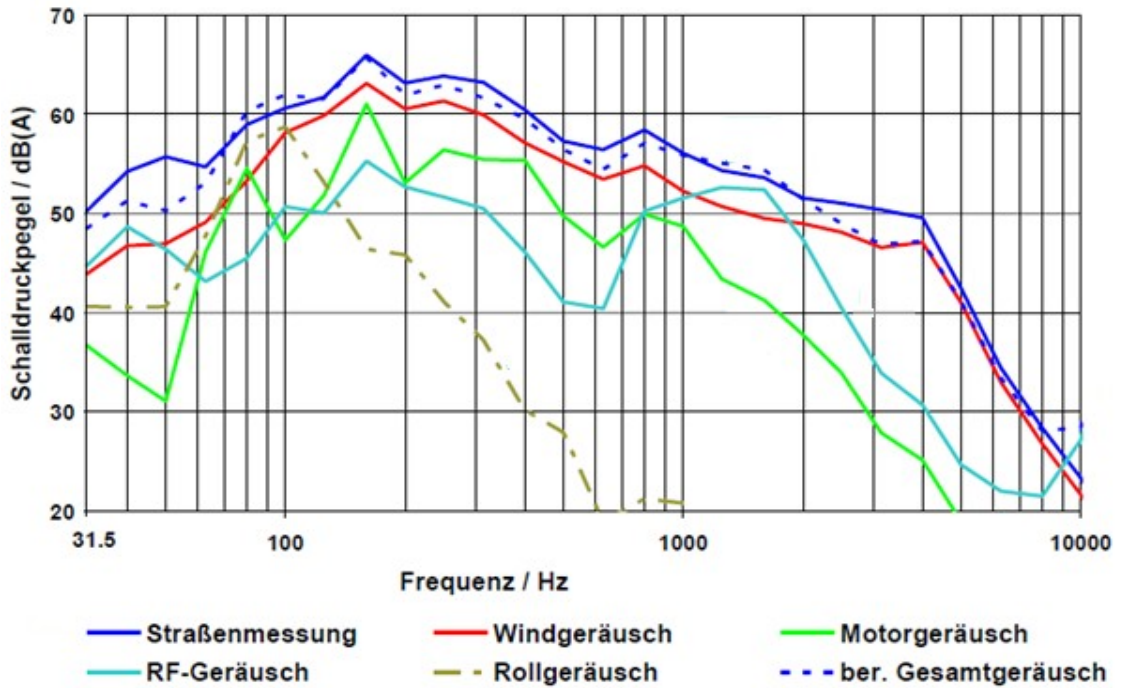


Bis in die 1950er-Jahre fand die Geräuschemission während des Entwicklungsprozesses von Straßenfahrzeugen nur wenig Beachtung. Im Laufe der Zeit stiegen aber der Komfortanspruch der Fahrzeugbetreiber und der Anteil der durch Straßenlärm belästigten Bevölkerung. Auch die gesetzlichen Grenzwerte für die Geräuschemission der Fahrzeuge wurden zunehmend strenger. Aus all diesen Gründen erreicht die Fahrzeugakustik heute einen hohen Stellenwert bei der Entwicklung moderner Straßenfahrzeuge.

Nachdem die Hauptaktivitäten zunächst dem Geräusch des Verbrennungsmotors galten, wurde in den 1970er und 1980er Jahren auch der Reifen-Fahrbahn-Kontakt ein wichtiges Thema für die Akustik-Ingenieure. Die intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Umströmungsgeräusche als weiterer wesentlicher Anteil der Gesamtmission begann erst um 1990 und brachte den Bau etlicher Aeroakustik-Windkanäle mit sich.

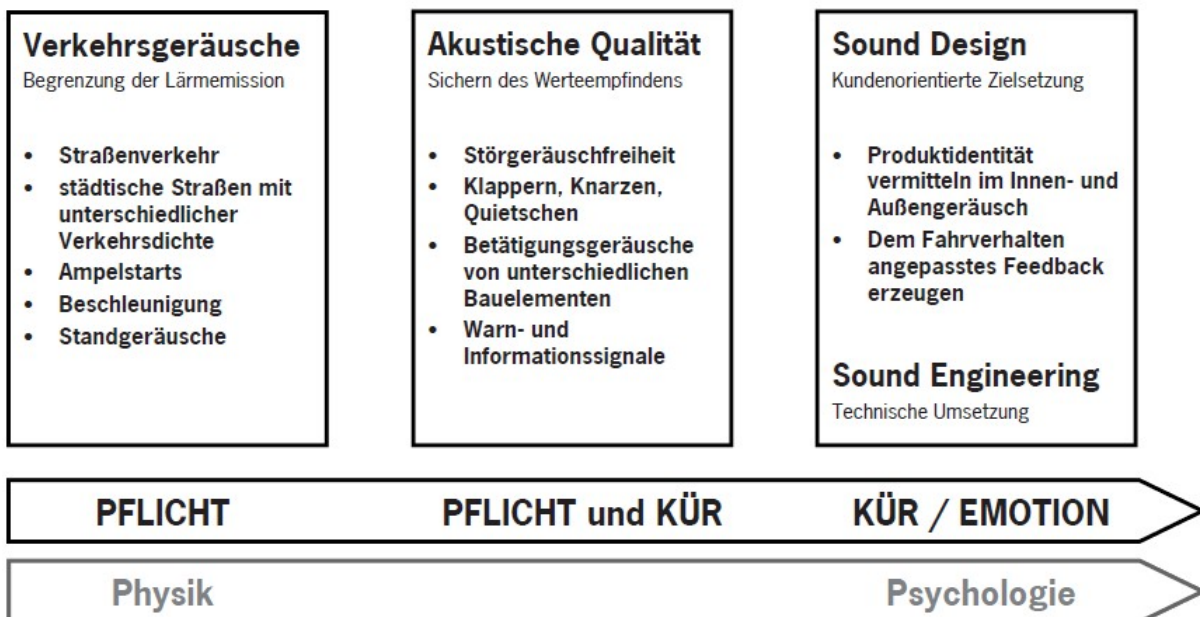
Auch die Messtechnik und die Prüfstandstechnik wurden und werden ständig weiter entwickelt. Im gleichen Zuge entstanden neue Berechnungsmöglichkeiten für Schallentstehung und -ausbreitung sowie in zunehmendem Maße psychoakustische Bewertungsalgorithmen zur gehörrichtigen Analyse akustischer Ereignisse. Auch die psychologische Akustik, also die Berücksichtigung der personen- und situationsbezogenen Belange bei der Bewertung von Schall, gewinnt immer mehr an Bedeutung im fahrzeugakustischen Umfeld.

Moderne Ansätze bei der akustischen Auslegung von Fahrzeugen berücksichtigen daher neben der stets im Vordergrund stehenden Reduzierung des Störschalls („Sound Cleaning“) auch die Erwartungshaltung der wahrnehmenden Personen („Sound Design“ und „Sound Engineering“).

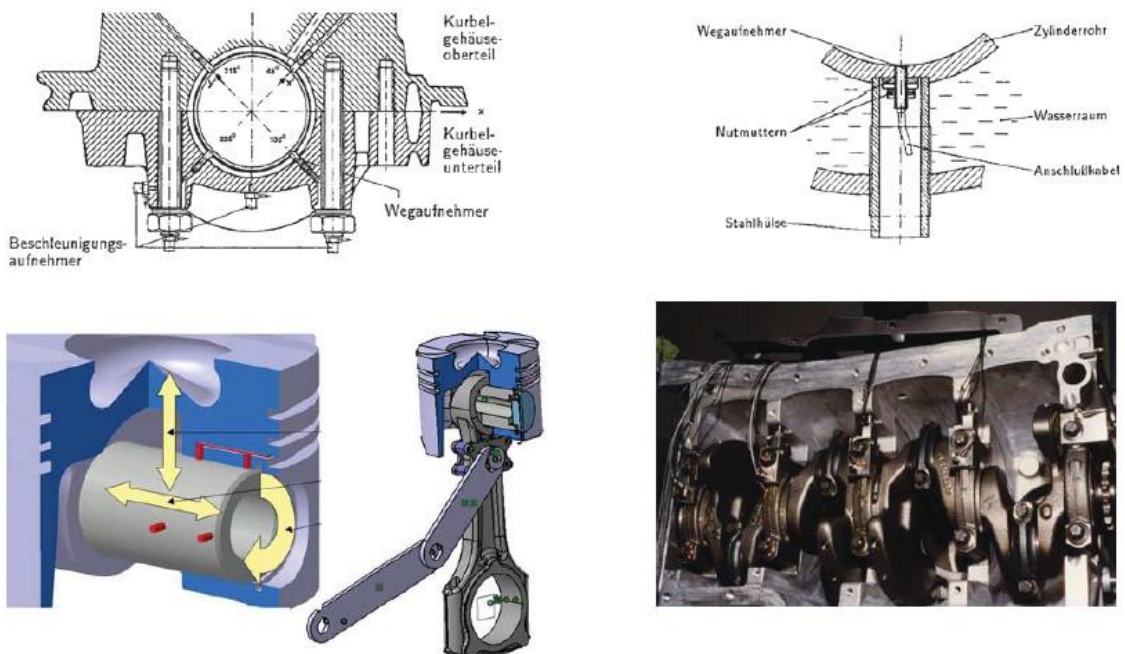


Anteile von Windgeräusch, Motorgeräusch, Reifen-Fahrbahn-Geräusch und über die Radaufhängung eingeleitetem Rollgeräusch im Inneren eines Mittelklasse-Fahrzeugs bei 160 km/h Fahrgeschwindigkeit, ermittelt auf unterschiedlichen Geräusch-Prüfständen (Quelle: Riegel)

Fahrzeugakustische Entwicklungsschritte (Quelle: Lünebach)

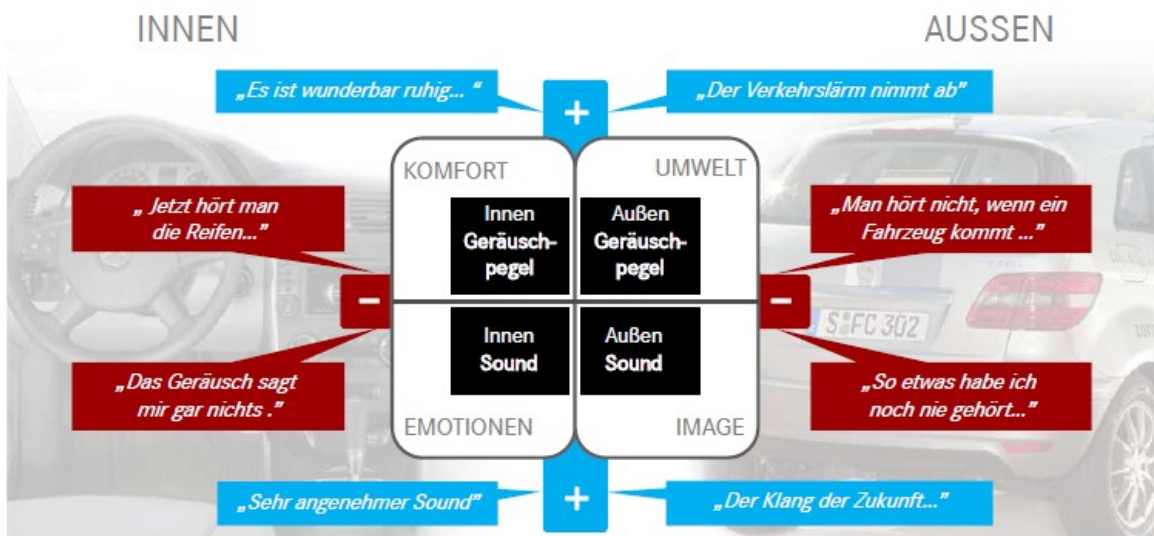


Hierbei ist zunächst einmal eine möglichst genaue Kenntnis der Geräuschentstehungs-Mechanismen wichtig. Zu deren Ermittlung ist eine Vielzahl (auch vordergründig nicht-akustischer) Messtechniken bzw. Berechnungsansätze notwendig (z.B. Bewegungsmessungen an Motorenbauteilen oder Druck- und Geschwindigkeitsmessungen in Abgas oder HVAC-Anlagen). Sind die wesentlichen Mechanismen bekannt, so können Strategien zur Geräuschreduzierung bzw. -optimierung entwickelt werden. Hierbei führt der technische Fortschritt in der Fahrzeug- und Antriebstechnik zu ständigen Veränderungen in den Randbedingungen. Beispielhaft seien hier die Schlagwörter „Downsizing“ für die Motor-, Getriebe- und Antriebsstrangakustik sowie „Leichtbau“ für die Karosserieakustik genannt.

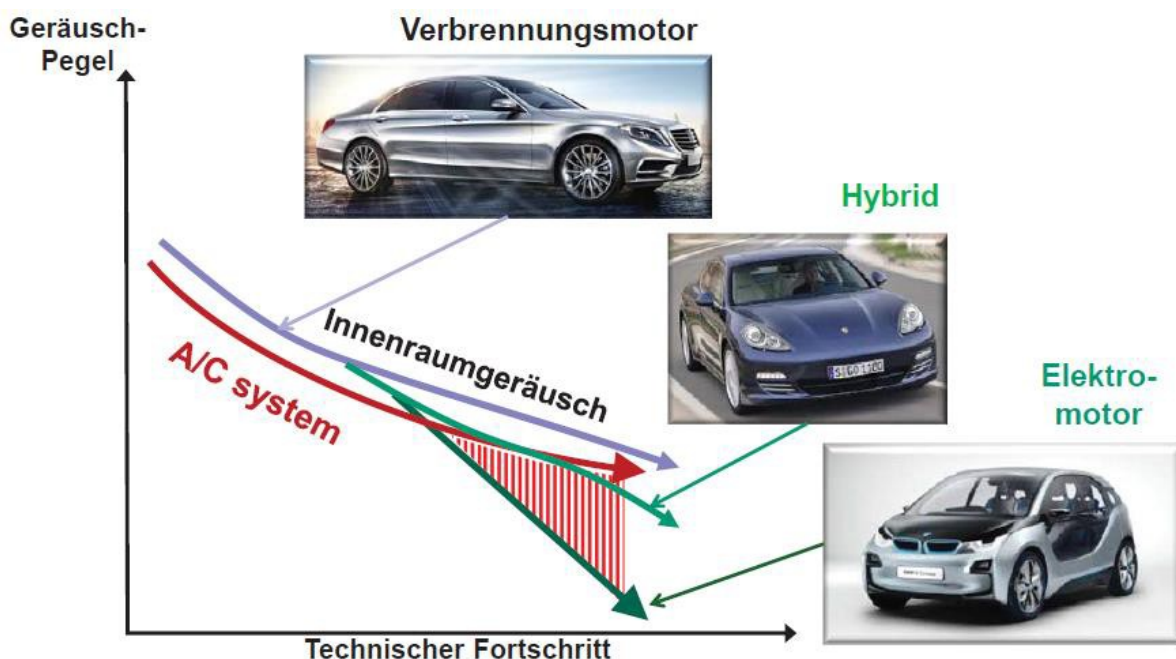


Messtechnische Ausrüstung zur Ermittlung der Anregungsmechanismen am Kolben, an den Kolbenbolzen und an der Kurbelwelle (Quelle: Philipp)

Aber auch neue Technologien und Anforderungen führen zu ständigen Anpassungen der Ansätze für die akustische Optimierung. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von Elektro- und Hybridfahrzeugen. Neben den spezifischen, besonders aus den magnetischen Kräften und der Elektronik herrührenden akustischen Eigenheiten des Elektroantriebs ergeben sich hier wegen des eher ungewohnten Geräuschverhaltens und des in den meisten Betriebspunkten recht leisen Betriebs neue Herausforderungen. Zum einen ist die akustische Rückmeldung über den Fahrzustand weniger deutlich als beim Verbrennungsmotor, zum anderen werden nun auch Geräusche hörbar, die beim konventionellen Antrieb noch maskiert waren. Hier treten so immer häufiger auch Betätigungs- und Funktionsgeräusche, wie sie z.B. von Brems- und HVAC-Systemen verursacht werden, in den Vordergrund.

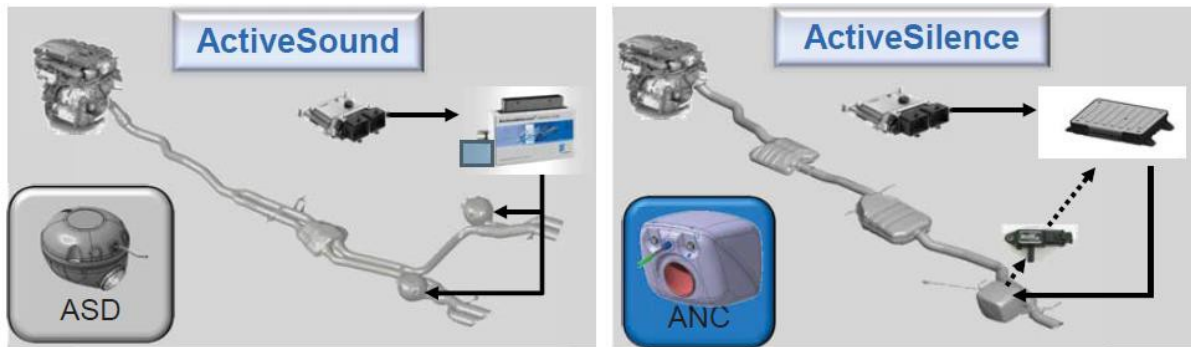


Kundenrückmeldungen zum akustischen Verhalten von Elektrofahrzeugen (Quelle: Lieske)



Auswirkung des technischen Fortschritts auf die tendenzielle Geräuschentwicklung im Fahrzeuginnenraum (Quelle: von Pozniak)

Neben den (primären) Strategien zur Vermeidung der Geräuschentstehung werden immer gezielter auch (sekundäre) Methoden eingesetzt, die die Geräuschweiterleitung oder Abstrahlung beeinflussen. Zu letzterem gehören sowohl passive Maßnahmen zur Verminderung der Körperschall- und Luftschallübertragung, als auch vermehrt aktive Verfahren, die durch zusätzliche, definiert phasenversetzte Schallsignale zu einer Reduzierung bzw. gezielten Veränderung des Fahrzeuggeräusches bzw. „Sounds“ führen.



Active Sound Design (ASD) und Active Noise Cancellation (ANC) mit unterschiedlichen Aktuatoren am Beispiel von Abgasanlagen (Quelle: Krüger)

Zusammenfassend muss man festhalten, dass Fahrzeuggeräusche in der Fahrzeugentwicklung eine zunehmend wichtigere Rolle einnehmen. Sowohl die gestiegenen Anforderungen durch Kunden und durch gesetzliche Grenzwerte als auch die neuen Herausforderungen auf Grund von Vorgaben z.B. bezüglich Verbrauch und Emissionen, die z. B. die Elektrifizierung des Antriebstrangs und den Leichtbau vorantreiben, führen hierzu. Zur Bewältigung dieser Aufgaben werden neue Strategien und Methoden entwickelt.

Martin Helfer, FKFS