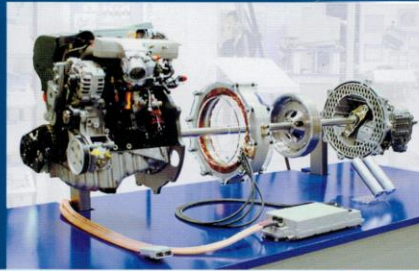


I M B L I C K P U N K T

ISSN 1614-8185

DEUTSCHLANDS  
elite-INSTITUTE



ERBRENNUNGS  
**VKA** achen  
RAFTMASCHINEN  
RWTHAACHEN

HERAUSGEGEBEN VOM INSTITUT FÜR WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN  
UND DER ALPHA INFORMATIONSGESellschaft MBH



## HIER SPIELT DIE MUSIK

# MOTOR- UND FAHRZEUGAKUSTIK

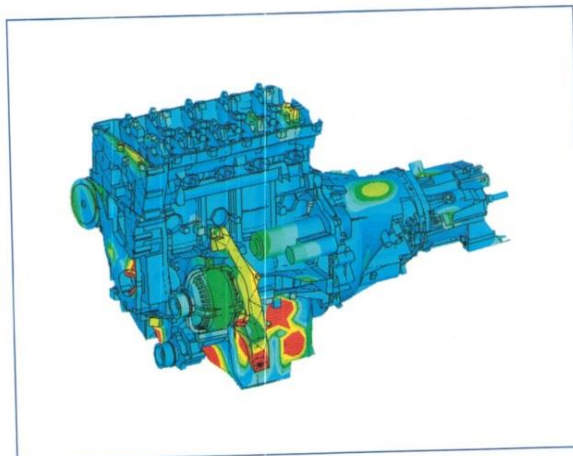


Abb. 1:  
FEM-Berechnung des akustischen Verhaltens eines Motor-Getriebe-Verbundes

Fig. 1:  
FEM-Calculation of the NVH behaviour of a powertrain

Neben Untersuchungen zum Thema Emissionen, Leistung und Verbrauch wird am VKA intensive Forschungsarbeit zum akustischen Verhalten von Verbrennungsmotoren geleistet.

Die Geräusentwicklung, der „Sound“ von Motoren, ist mittlerweile zu einem bestimmten Qualitätsmerkmal von Kraftfahrzeugen geworden. Stand früher ausschließlich die Reduktion der Geräuschpegel im Vordergrund, so ist heute eine angenehme Klangcharakteristik, das so genannte „Sound-Design“, zen-

trales Entwicklungsziel im Motorenbau. Dabei gilt es, je nach Fahrzeugklasse, unterschiedliche Anforderungen zu erfüllen. So ist beispielsweise für einen Motor für ein Fahrzeug der Oberklasse ein möglichst geringes Geräuschniveau anzustreben, hingegen gilt es für einen Sportwagenmotor ein sportliches Klang-

bild zu schaffen. Gesetzlich beschränkt ist bei Kraftfahrzeugen lediglich das Außen-geräusch, dass bei der so genannten beschleunigten Vorbeifahrt gemessen wird. Bereits die Straßenverkehrsordnung von 1937 besagt, dass „... Fahrzeuge so beschaffen sein müssen, dass die Geräusentwicklung das nach

ipl.-Ing. Christian Pilath  
ipl.-Ing. Martin Atzler  
-Mail: atzler@vka.rwth-aachen.de

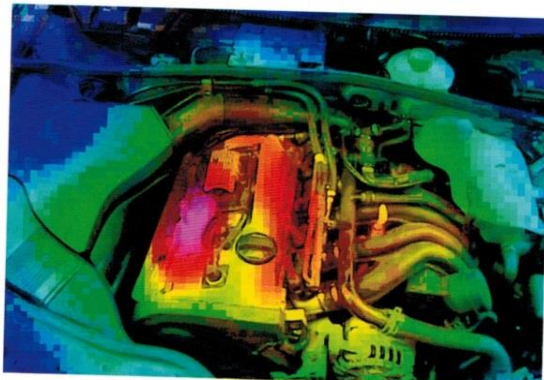


Abb. 2:

Akustik-Kamera-Bild eines Motors

Fig. 2:

Acoustic-Camera-Picture of an engine

# ENGINE ACOUSTICS

## ABSTRACT

In addition to investigations concerning emissions, power output and fuel consumption, the acoustic behavior of combustion engines are also a part of the research performed at VKA. Engine noise emissions have become a key factor regarding subjective quality perception of vehicles. Initially, only the reduction of the absolute sound level was part of the development process. Currently, the generation of a specific sound (sound design) becomes increasingly important. The VKA has more than 25 years of experience in the development of low noise engines. Experimental methods like the Acoustic Camera and highly sophisticated simulation tools are also utilized by the VKA to improve engine acoustics.

dem jeweiligen Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht übersteigt“. Übergreifend hat sich in der Automobilindustrie der Begriff Noise, Vibration and Harshness (kurz: NVH, übersetzt Geräusch, Schwingung, Rauigkeit) etabliert. Mit dem Begriff NVH-Verhalten wird nicht nur das absolute Geräuschniveau, sondern eben auch die Geräuschqualität verstanden.

Am VKA wird das NVH-Verhalten von Motoren seit mehr als 25 Jahren analysiert und optimiert. Die Untersuchungen waren zunächst auf experimentelle Methoden beschränkt. Messungen mittels Mikrofonen und Beschleunigungssensoren brachten erste Erkenntnisse. Mit der Entwicklung leistungsfähiger Rechner kamen Berechnungsverfahren zum Einsatz. Heutzutage ist eine Akustikentwicklung ohne Computerunterstützung (Computer Aided Engineering, CAE) undenkbar.

Eingesetzt werden in der Akustikentwicklung verschiedene Berechnungsverfahren wie etwa die Finite-Elemente-Methode (FEM), Mehrkörper-simulation (MKS), Boundary Element Methode (BEM) sowie CFD-Methoden. In Abbildung 1 sind beispielhaft die mittels FEM berechneten Oberflächenvibrationen eines

Motor-Getriebe-Verbunde gezeigt. Mittlerweile ist es mit modernen Simulationsverfahren möglich, das Geräusch des Motors hörbar zu machen, noch bevor ein erster Prototyp existiert.

Doch auch die experimentellen Methoden sind in den letzten Jahren weiterentwickelt worden. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte „Akustische Kamera“. Eine Anordnung mit 32 Mikrofonen errechnet mittels Laufzeitanalysen den Abstand zur jeweiligen Geräuschquelle und berechnet dadurch ein „akustisches Foto“. In Abbildung 2 ist ein solches Foto eines Motors dargestellt. Laute Komponenten sind rot, leise Komponenten grün dargestellt.

Aktuelle Forschungen am VKA konzentrieren sich auf „hybride Verfahren“. Hybrid heißt, dass die jeweiligen Vorteile von experimentellen Methoden mit Simulationsverfahren kombiniert werden. Ein Beispiel hierfür ist die „Virtual Vehicle Interior Noise Simulation“ bei der das experimentell ermittelte Strukturübertragungsverhalten von Fahrzeugkarosserien mit dem simulierten NVH-Verhalten des Motors kombiniert wird. Dadurch ist es möglich, das Innengeräusch von Fahrzeugen zu simulieren.