



CD-Labor „Motor- und Fahrzeugakustik“

Christian Doppler Labor für Motor- und Fahrzeugakustik

Christian Doppler Lab for Engine and Vehicle Acoustics

Die Christian Doppler Gesellschaft (CDG) fördert Grundlagenforschung mit starkem Anwendungsbezug. Um gemäß dieses Ziels auch im Themenbereich Akustik die Expertise universitärer Forschung für industrielle Lösungen nutzbar zu machen, wurde im Herbst 1998 das CD-Labor für Motor- und Fahrzeugakustik am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, TU Graz eingerichtet. In engem Kontakt mit der Industrie werden in diesem CD-Labor seither Projekte bearbeitet, die insbesondere die Geräuschenstehung und Weiterleitung im Kraftfahrzeug zum Inhalt haben. Ein Schwerpunkt ist die numerische Simulation des vibro-akustischen Verhaltens von Motor- und Antriebsstrang und das Erstellen von geeigneten mathematischen Modellen dazu.

Das Personal des CD-Labors für Motor- und Fahrzeugakustik besteht aus dem oben genannten Leiter und derzeit vier angestellten wissenschaftlichen Mitarbeitern. Weiters sind drei freie Mitarbeiter beschäftigt, zwei davon als Diplomanden. Derzeit laufen drei Projekte (sog. Module) mit AVL List GmbH Graz als Industriepartner.

Die Entwicklungszeit von neuen Fahrzeugen wird heute vielfach von der Güte einer rechtzeitigen vibro-akustische Abstimmung bestimmt. Deshalb ist die Forderung nach geeigneten Methoden und Modellen für die rechnerische Simulation des vibro-akustischen Verhaltens von Motor und Kraftfahrzeug seitens der Industrie drängend. Solche Methoden und Modelle zu entwickeln ist vielfach Forschungsarbeit und erfordert typischerweise die Zusammenarbeiten mit Universitäten. Die Zielsetzung eines CD-Labor ist damit bestens dazu geeignet, für diese Aufgaben grundlegende Forschungsarbeit mit Berücksichtigung der Anwendungserfordernisse zu leisten.

Die Reduktion von Geräusch ist am effizientesten am Ort seiner Entstehung anzusetzen (primäre Geräuschreduktion). Um die Mechanismen der Geräuschenstehung untersuchen zu können, ist die realitätsnahe Simulation ihres physikalischen Geschehens mittels im Versuch verifizierter Modelle erforderlich. Deshalb erfolgten in den ersten beiden Jahren des CD-Labors für Motor- und Fahrzeugakustik Arbeiten, die sich detailliert mit mechanischer Geräuschenstehung im Motor und der Geräuschübertragung über die Motorlagerung beschäftigten. Es wurde z.B. ein Verfahren entwickelt, um die Geräuschanregung durch den sog. Kolbenschlag rechnerisch zu simulieren und Maßnahmen zur Reduktion analysieren zu können. Weiters erfolgte die Entwicklung und Verifikation einer Methodik zur Simulation der Schwingungen von Antriebsketten, wie sie insbesondere im Steuertrieb von Motoren Anwendung finden. Zur Verifikation dieses Verfahrens erfolgten Messungen an einem 3 Zylinder Motor in Zusammenarbeit mit einem deutschen Kettenhersteller.

Als zweite Maßnahme zur Geräuschreduktion an Motor und Fahrzeug kann der vibro-akustische Übertragungsweg beeinflusst werden. Dazu erfolgten in diesem CD-Labor umfangreiche Untersuchungen zur Berechnung der Körperschallverteilung an der Oberfläche des laufenden Motors und ihrer Beeinflussbarkeit. Zur Nutzung des Modells als Erregerquelle für das Gesamtfahrzeug wird ein Verfahren entwickelt, mit dem Modelle von Motorlagern, wie sie für die numerische Simulation des laufenden Motors erforderlich sind, aufgebaut werden können. Damit kann in Zukunft die Analyse des Übertragungsverhaltens vom Antriebsaggregat in die Fahrzeugstruktur erfolgen.

Die Dauer von CD-Labors ist mit 7 Jahren festgelegt, d.h. dass das CD-Labor für Motor- und Fahrzeugakustik noch 4 Jahre Laufzeit hat.

Für diesen Zeitraum ist die Fortsetzung von Arbeiten geplant, um Methoden und Modelle zur rechnerischen Simulation des vibro-

akustischen Verhaltens des Verbrennungsmotors zu entwickeln. Kenntnisse, die für die speziellen Problemstellungen der Geräuschenstehung durch Kolbenschlag und Steuertrieb (Kette, Riemen) erworben wurden, werden auf andere Kontaktmechanismen, die für das mechanische Geräusch am Antrieb verantwortlich sind, angewandt. Insbesondere ist dabei an das Adaptieren der Algorithmen für den Kolben-Buchsen-Kontakt auf andere öl-geschmierte Kontakte (z.B. Gleitlagerungen) des Motors gedacht. Die Ähnlichkeit der bei erhöhter Temperatur (90 – 150 Grad C) an der Grenze zwischen Ölschmierung und Mischreibung laufenden Kontakte legt dieses Vorgehen nahe, obwohl der grundsätzlich unterschiedliche Belastungsverlauf zu berücksichtigen ist.

Ziel ist es auch, die Modellierung der Geräuschenstehung in Verzahnungen zu erweitern, um auch Geräuschphänomene im Getriebe (wie z.B. gear whine oder gear rattle) vollständig erfassen und Reduktionsmaßnahmen analysieren zu können. Die derzeit bestehenden Methoden zur Simulation der Verzahnungsdynamik berechnen Kontaktkräfte. Ziel ist es schließlich, den in die Struktur eingeleiteten Körperschall mit Berücksichtigung der Wechselwirkungen von Anregung mit der Dynamik von Verzahnung und Getriebestruktur analysieren zu können. Dadurch soll auch die Beurteilung des Beitrags vom Getriebe zum Gesamtgeräusch der Antriebseinheit möglich werden.

Die spezielle Methodik, die im CD-Labor zur Berechnung von Körperschall bis 3 kHz entwickelt wurde, erlaubt es, bei großer Anzahl von Freiheitsgraden eines vibro-akustischen Systems, mit Kontaktstellen (nichtlineares Verhalten) noch effizient zu rechnen. Damit diese Methodik für das gesamte Aggregat (Motor + Getriebe + Wellen + Lager) ausgebaut werden kann, sind bestehende Algorithmen zu beschleunigen und neue mathematischer Algorithmen einzuführen. Erstmalig wurden dabei Neuronale Netze zur Berechnung öl-geschmierter Kontakte erfolgreich getestet.

Umfang und Detailierung der Kontaktmodelle an Stellen der Geräuschanregung richten sich danach, Entstehung und Weiterleitung von Körperschall am gesamten Aggregat bis 3 kHz richtig zu simulieren und Maßnahmen für akustisch verbesserte Konstruktionen analysieren zu können. Die Methodik soll auch dazu ausgebaut werden, um die Schwingungen des gesamten Antriebsstrangs (einschließlich Kardanwelle, Differential, Halbachsen, Räder) bis 1 kHz zu modellieren und schwingungstechnische Untersuchungen durchzuführen.

Etwas ausführlichere Modulbeschreibungen findet man in der Mai-Ausgabe 2001 der Hochschülerschaftszeitung E&T INFO.

The Christian Doppler Laboratory (CD-Lab) for Engine and Vehicle Acoustics started in October 1998 in order to support solutions for industrial applications by the expertise of university research results. The main focus of this CD-Lab is on the analysis of new methodology and modelling techniques for the numerical simulation of noise source mechanisms and noise transfer in engines and power units. Furthermore the simulation of the noise excitation of the car body structure via the engine mounts is investigated. Besides the competence in structural dynamics and acoustics a high level knowledge for the relevant mathematical and programming background has been build up. Contacts to other research institutions support the work of the CD-Lab and the international exchange of latest results e.g. with the Loughborough University, with the ACC (Acoustics Competence Center mbH, Graz) and with the Institute of Mathematics, TU Graz. In 1999 the CD-Lab supported planing and organisation of the presently running EC-Project VISPeR (Vehicle Integral Simulation for Pass-by Noise Reduction).