

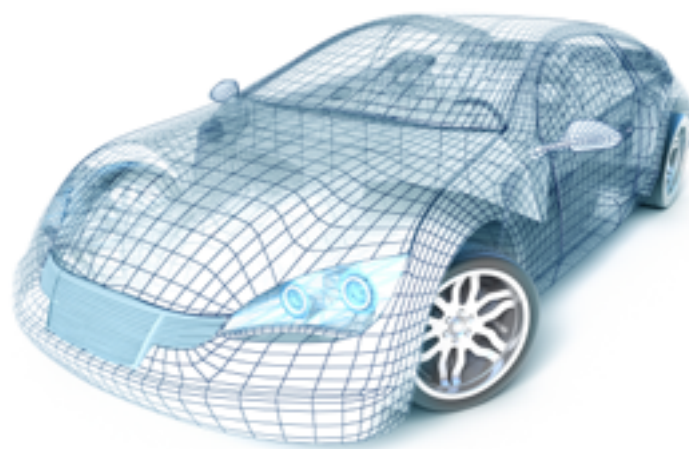


Energiebasierte FEM

EFEM-Programm von Novicos ermöglicht effiziente Berechnungen im hohen Frequenzbereich

Der Trend zu Leichtbaukonzepten stellt Fahrzeughersteller vor die Herausforderung Leichtbau mit NVH in Einklang zu bringen. Schwingungen einzelner Komponenten (z.B. Motorschwingungen) werden stärker auf die leichte Struktur übertragen als es bei der klassischen Bauweise der Fall ist und haben somit einen erheblichen Einfluss auf das vibroakustische Verhalten des Fahrzeugs.

Um Anpassungen möglichst frühzeitig umzusetzen und Entwicklungskosten niedrig zu halten ist es unbedingt erforderlich, Geräusch- und Vibrationsphänomene im Fahrzeuginnern bereits in einem frühen Entwicklungsstadium zu erkennen und zu bewerten. Numerische Methoden wie die Finite-Elemente-Methode (FEM) oder die Boundary Element Method (BEM) stoßen jedoch im höheren Frequenzbereich vor allem bei großen und kom-



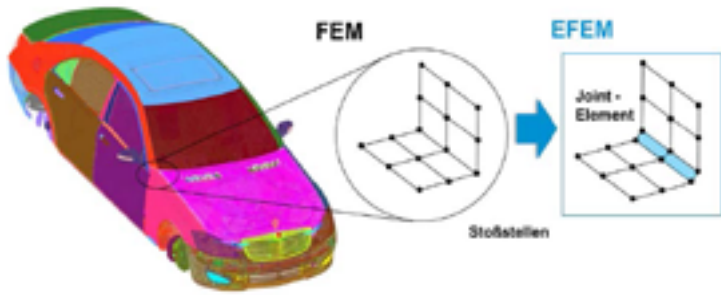
plexen technischen Systemen an ihre Grenze und können nicht mehr effektiv eingesetzt werden. Der Einsatz der Energiebasierten Finite-Elemente-Methode (EFEM) macht die Untersuchung von größeren Strukturen auch im höheren Frequenzbereich möglich.

Wie funktioniert die EFEM?

Während die konventionelle FEM auf Verschiebungen basiert, baut die EFEM auf zeit- und ortsgemittelten Energiedichten auf. Die zugrundeliegenden Energiegleichungen werden dabei analog zur FEM auf Elementbasis aufgestellt. Da diese Elemente oder Subsysteme deutlich kleiner sind als bei anderen energiebasierten Methoden, z.B. der Statistischen Energieanalyse (SEA), erlauben sie eine feinere Modellierung sowie durch Berücksichtigung lokaler Effekte eine detailliertere Analyse der zu untersuchenden Struktur. Aufgrund des energiebasierten Ansatzes ist

mit der EFEM gegenüber der herkömmlichen FEM/BEM jedoch eine deutlich gröbere Diskretisierung möglich, was die Rechenzeit und den Speicherbedarf effizienter gestaltet.

Die von Novicos entwickelte Berechnungsroutine für EFEM und EBEM erfordert durch ihren nutzerfreundlichen Aufbau nur wenige Aktionen vom Anwender. So kann für eine EFEM-Berechnung ein bereits vorhandenes FEM-Modell verwendet werden, welches für Berechnungen im unteren Frequenzbereich geeignet ist. Beim Einlesen durch den Netz-

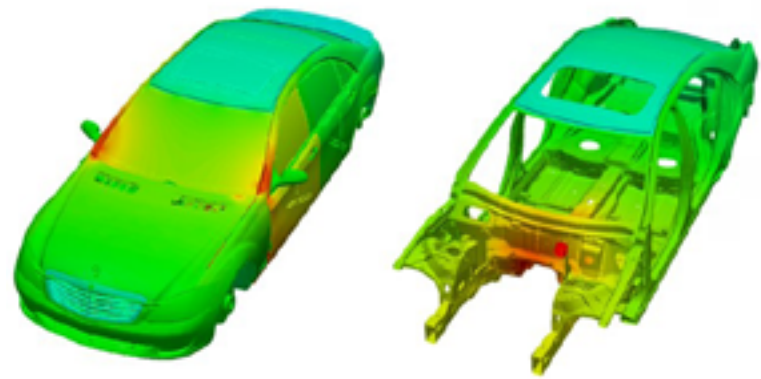


aufbereiter werden automatisch Stoßstellen erkannt, an denen eine besondere Betrachtung des Energietransfers erforderlich ist. Dies ist zum Beispiel beim Aufeinandertreffen von flächigen Bauteilen unter einem bestimmten Winkel der Fall. Hier werden Koppellemente eingefügt, die der Beschreibung des Transfers der Schwingungsenergie an den Stoßstellen über Transmissionskoeffizienten dienen (Abb. 1). Der Vorgang läuft dabei vollständig im Netzaufbereiter ab. Besonders behandelt werden hier die im Fahrzeug zahlreich vorhandenen Schweißpunkte.

Nutzereingaben und Endergebnis

Vom Benutzer wird nun die Eingangsleistung an den Anregungspositionen definiert. Als Randbedingung kann der Absorptionsgrad an schallabsorbierenden Oberflächen vorgeschrieben werden. Die Berechnung wird nach den unbekanntenen Energiedichten an den Knoten gelöst. Dies ergibt Energiedichteverteilung auf der Struktur und im Fluid (Abb. 2). Auf flächigen Bauteilen wird zwischen Biege-, Scher- und Longitudinalwelle unterschieden, was auch an den Koppelstellen gesondert berücksichtigt wird. Aus der berechneten Energiedichte lassen sich Vibrations- und Schalldruckpegel auch im hohen Frequenzbereich ermitteln und Bauteile identifizieren, die für den Schalldruckpegel im Innenraum besonders relevant sind.

Für die effiziente Berechnung von Abstrahlungsproblemen kann die ebenfalls im Code implementierte energiebasierte Randelemente-Methode (EBEM) verwendet werden. Bei dieser werden, ähnlich wie bei der klassischen BEM, lediglich die Oberflächen des abstrahlenden Objektes diskretisiert, was die Anwendung bei großen Fluidbereichen deutlich effizienter macht. Beispielsweise lässt sich mit damit eine Vorbeifahrt des Fahrzeugs



im hohen Frequenzbereich berechnen. In der bisherigen Anwendung wurde die EFEM an einer Reihe von Bauteilen verifiziert beziehungsweise validiert. Dabei wurden unter anderem das Schwingungsverhalten einer Leichtbau Getriebebrücke betrachtet und die Energieausbreitung auf einem Getriebe mit Fluidspalt untersucht. Zudem können die Funktionalitäten der EFEM über die Berechnung der Übertragungsfunktion auch in der AdaptoSim-Toolbox von Fraunhofer genutzt

Selbstverständlich lässt sich unsere EFEM-Berechnungsroutine über entsprechende Schnittstellen mit Simulationsprogrammen wie Simcenter 3D verknüpfen.



Möchten Sie mehr über die Einsatzmöglichkeiten der EFEM oder EBEM erfahren? Sprechen Sie uns an!

Novicos GmbH
+49 40 300 870 30
mail@novicos.de