

Vorbeifahrtmessung für die akustische Qualitätssicherung bei BMW



Die Vorbeifahrtmessung nach der Norm DIN ISO 362 gehört in der Automobilindustrie zu den Standardmessungen in der Entwicklungsphase. Mit dem System PAK, dem Prüfstands-Akustik-Messsystem der Firma Müller-BBM VibroAkustik Systeme (VAS) GmbH, lässt sich diese Messung sehr effizient gestalten. Die BMW AG nutzt diese PAK-Applikation, um Kompatibilität der Messungen auf allen relevanten Teststrecken zu gewährleisten und vor allem um über eine Datenbank Standort unabhängig jederzeit Zugriff auf die Messdaten für weiterführende Analysen zu sichern.

■ Autos dürfen im Stadtverkehr nicht zu laut sein

Per Definition in der internationalen Norm DIN ISO 362 wird bei Personenkraftwagen die Geräuschemission bei voller Beschleunigung im zweiten und dritten Gang – bei stärker motorisierten Fahrzeugen nur im dritten Gang – bei 50 km/h in einer Vorbeifahrtmessung bestimmt. Für eine TÜV-Zulassung darf dabei ein bestimmter Grenzwert nicht überschritten werden. Damit ist der maximale Lärmpegel festgelegt, den ein PKW vor allem im Stadtbetrieb emittieren darf. Für die Automobilhersteller heißt das, einerseits in der Entwicklungsabteilung detaillierte Geräuschanalysen durchführen zu müssen, und andererseits in der Serienproduktion eine fortlaufende Qualitätskontrolle zu gewährleisten. Das sind die beiden typischen Anwendungen der beschleunigten Vorbeifahrt nach DIN ISO 362.

■ Prinzipieller Messaufbau und -ablauf

In der Norm ISO 10844 ist die Messstrecke für die beschleunigte Vorbeifahrt definiert. Vorgeschrieben sind im Umkreis von 50 m keine größeren reflektierenden Oberflächen, eine ebene Asphaltoberfläche von definierter Beschaffenheit und im Testbetrieb eine trockene Fahrbahn. Das A-bewertete Umgebungsgeräusch inklusive Windgeräusche muss mindestens 10 dB unter dem Fahrzeuggeräusch im Test liegen. Neben den eigentlichen Geräuschmessungen wird empfohlen, auch meteorologische Daten wie Boden- und Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchte zu erfassen.

Links und rechts neben der Teststrecke werden auf der zentralen Messachse im Abstand von 7,5 m zur Fahrbahnmittlinie, 1,2 m über dem Boden Mikrofone platziert, die das Fahrzeuggeräusch aufnehmen. Das Fahrzeug kann – aus

praktischen Gründen – die Teststrecke beidseitig durchfahren. Die eigentliche Messung wird gestartet, sobald das Fahrzeug die auf der Achse LB1 (Light Barrier) positionierte Lichtschranke durchfährt, und beendet, nachdem die Lichtschranke LB2 durchfahren wurde. Es werden jedoch nur die relevanten Daten zwischen der Linie AA und BB ausgewertet. Dabei muss das Fahrzeug beim Durchfahren der Linie AA eine Geschwindigkeit von 50 km/h aufweisen, während es ab dieser Linie voll beschleunigt wird.

■ PAK – ein universelles Messsystem für die Akustik

Das Prüfstands-Akustik-Messsystem PAK von Müller-BBM VAS bietet für diese Anwendung eine Vielzahl an Möglichkeiten. So werden etwa die in einer Datenbank gespeicherten fahrzeugspezifischen Meta-Daten wie etwa Motor- und Getriebetyp, Hinterachsübersetzung, Reifendimensionen und Innenausstattungsvariante per Barcodeleser aus einer Datenbank automatisch in die Messvorlage geladen. Hiermit werden alle relevanten Daten mit der Messung abgelegt. Für die eigentliche Messung kommt ein System mit zwei Komponenten zum Einsatz: Zum Ersten ein mobiles Frontend, das PAK-Mobil MK II, das im Fahrzeug platziert ist und die Signale der Fahrzeugsensoren wie Motordrehzahl oder Gas-

pedalstellung verarbeitet. Je nach Ausbaustufe kann das Frontend jedoch bis zu 64 Kanäle gleichzeitig verarbeiten. All diese Daten werden über den Datenbus Wireless-LAN zum Zweiten an ein stationäres Messsystem übertragen. Dieses stationäre System nimmt die Mikrofonsignale von der Teststrecke, die Triggerimpulse der Lichtschranken und die Impulse der Radareinheit zur Geschwindigkeitsmessung auf. Eine Besonderheit: Dem Fahrer steht ein so genanntes Miniterminal im Fahrzeug zur Verfügung, das alle relevanten Daten wie Fahrgeschwindigkeit und gemessener Schalldruckpegel anzeigt. Über drei Leuchtdioden wird der Status visualisiert, das heißt, der Fahrer sieht sofort, ob die messrelevanten Grenzwerte eingehalten werden. Stimmen die Rahmenbedingungen nicht, liegt etwa die Einfahrtgeschwindigkeit nicht im Toleranzbereich, so kann der Fahrer interaktiv eingreifen und eine ausgewählte Durchfahrt löschen. Oder das System kann optional Messungen, welche die Toleranzen überschreiten, automatisch verwerfen. Mit diesem Aufbau ist es möglich, die Vorbeifahrtmessung mit nur einer Person durchzuführen.

■ Ausgabe und Auswertung der Messergebnisse

Nach üblicherweise vier gültigen Durchfahrten stehen für die Serienüberprüfung aussagekräftige Informationen im System PAK über einen individuell zu gestaltenden Report zur Verfügung. Die Zeitrohdaten und die Analyseergebnisse werden in einer zentralen Datenbank gespeichert, auf die auch andere BMW-Standorte Zugriff haben. Durch das einheitliche Frontend und die einheitliche Softwareoberfläche sind die Messungen aller BMW-Werke kompatibel und über die Datenbank austauschbar beziehungsweise vergleichbar. Während die Serienüberprüfung in erster Linie die Einhaltung des vorgegebenen maximalen Schalldruckpegels im Visier hat, können mit dem System PAK bei etwaigen Überschreitungen von Grenzwerten weiterführende Analysen gestartet werden. Letzteres gehört zur täglichen Arbeit der Entwicklungsabteilungen bei Automobilherstellern. Mit dem Messsystem PAK steht den Entwicklungsingenieuren ein sehr universelles Werkzeug zur Verfügung, um eine detaillierte Geräuschanalyse vorzunehmen und mithin Aussagen über die „Qualität“ eines Geräuschs zu treffen.

„In puncto Hardware ist es für uns sehr wichtig, so kompatibel wie möglich zu sein“



Das Gespräch der AUTOMOTIVE ENGINEERING PARTNERS mit Andreas Lang, Qualitätsspezialist im Bereich Akustik der BMW AG in Regensburg, macht deutlich, wie effizient Automobilbauer die Geräuschanalyse mit dem Messsystem PAK von Müller-BBM VAS nutzen können.

■ Was besagt die Bescheinigung COP aus?

■ Die Bescheinigung COP (Conformity of Production) bedeutet das Sicherstellen oder Bestätigen, dass die bei Produkteinführung ermittelten Freigabewerte für Außen-geräusch, Abgas und so weiter über den gesamten Produktionszeitraum eingehalten werden. Diese Prüfungen basieren unter anderem auf Forderungen der Länder, in welche unsere Fahrzeuge der BMW AG vertrieben werden.

■ Sie führen Serienüberprüfungen des Außengeräuschs an BMW-Modellen durch. Was sind für Sie die wichtigsten erforderlichen Merkmale eines Messsystems?

■ Die wesentlichen Merkmale oder Vorgaben für die Messtechnikkomponenten sind die Einhaltung der Normen DIN und ISO; interne Standards müssen ebenfalls eingehalten werden. Des Weiteren ist es für uns, aufgrund einer Vielzahl von Einflussfaktoren auf das Endergebnis, in puncto Hardware sehr wichtig, so kompatibel wie möglich mit dem PAK-Messsystem (auf diesem werden die HU-Abnahmen und Typisierungen durchgeführt) aus der Entwicklungsabteilung agieren zu können. Somit stand ein großer Teil der zu verwendenden Hardware

fest. Wichtig sind zudem optimale Werte bei Rüst- und Messzeit, Software-Bedienung und Ressourcennutzung (Ein-Mann-Betrieb).

■ Ein-Mann-Betrieb, Einlesen aller fahrzeugspezifischen Meta-Daten und Datenbankanbindung sind drei Merkmale des PAK-Messsystems. Was sind aus Ihrer Sicht weitere Besonderheiten?

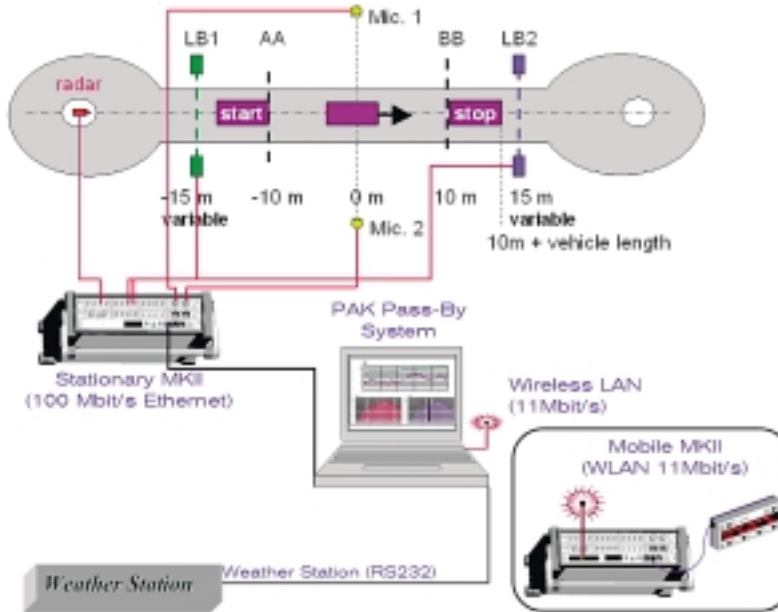
■ Der flexible Umgang mit den Ergebnissen/Daten ist ein Pluspunkt, ebenso wie die Prozesssicherheit der Messung. Dies wurde durch einen von uns definierten Ablauf im Programm umgesetzt. Das System gibt dem Nutzer den Messablauf aufgrund von Fahrzeug-Informationen vor und nimmt ihm Entscheidungsfragen zur Messung – etwa der Einfahrtgeschwindigkeit in die Teststrecke – ab. Damit wird erreicht, dass jede Messung immer nach den gleichen Kriterien abläuft. Genauso wichtig für uns ist es, ein System zu haben, das für die Zukunft seitens des Automobilherstellers weiterentwickelt wird, um auf neue Anforderungen reagieren zu können.

■ Herr Lang, wir danken Ihnen für das Gespräch.

Das Interview führte Michael Reichenbach.

INTERVIEW

Messstrecke und Messaufbau für die Vorbeifahrt



Mit der gleichzeitigen Gewinnung von Messdaten an bis zu 64 Kanälen mit dem Frontend MK II unterstützt das Messsystem die Auslesung weiterer Sensorik, wie zum Beispiel Beschleunigungsaufnehmern oder Mikrofonen am Auspuff sowie Aufnehmern in der Fahrgastzelle und im Motorraum. Dadurch können neben den zusammengesetzten Geräuschspektren auch selektiv einzelne Komponenten analysiert und entsprechend optimiert werden. Dies lässt viel Spielraum für den Automobilhersteller in Sachen Sound-Design.

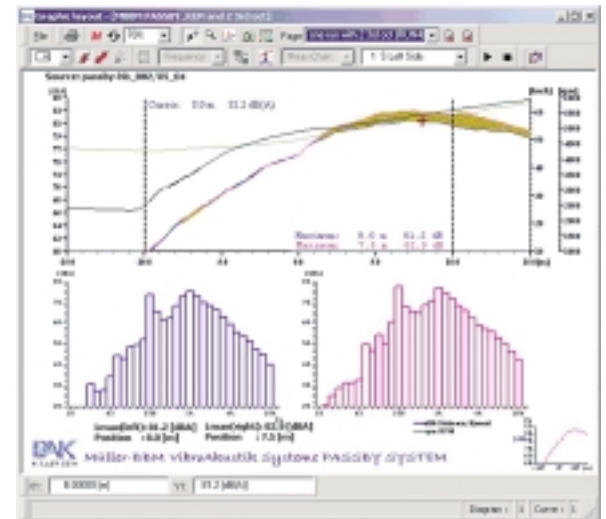
■ Von der Messung zur Simulation und Berechnung

Um unabhängig von Wetterverhältnissen arbeiten zu können, bietet die PAK-Applikation „Simulierte Vorbeifahrt“ dem Anwender zudem die Möglichkeit, kompatible Messungen auch in der Messhalle durchzuführen. Unterstützt werden darüber hinaus auch Rundum-Geräuschmessungen, um etwa die Richtcharakteristik eines Fahrzeuges zu ermitteln.

Grundsätzlich können über PAK-Messungen gewonnene Daten zu weiteren Berechnungen verwendet werden. Beispiele hierfür sind Ordnungs- oder psychoakustische Analysen. Hörvergleiche des originalen Klangs mit modifizierten Klängen sind ebenfalls möglich und ein sehr hilfreiches Werkzeug beim Sound-Design.

*Josef Hobelsberger, Geschäftsführung
Müller-BBM VAS GmbH
Andreas Lang, Bereich Akustik,
BMW AG*

Das mobile Frontend PAK-Mobil MK II nimmt die Signale der Sensoren im Fahrzeug wie Motordrehzahl und Gaspedalstellung entgegen



Die Messwerte werden im PAK-Messsystem auf einer individuell gestaltbaren Grafik ausgegeben. Der Nutzer kann die Messung beziehungsweise Daten „abspielen“ und mithin hörbar machen. Dabei wird – je nach Grafikausgabe – zum Beispiel der Terzfrequenzgang über der Zeit visualisiert

Das Miniterminal des PAK-Messsystems dient der Anzeige der Daten im Fahrzeug, die für den Testbetrieb relevant sind

PAK im Detail

Vorbeifahrtsmessung – nur eine von vielen PAK-Applikationen

PAK ist ein modulares Softwarepaket zum Messen, Analysieren und Auswerten von Schall- und Schwingungssignalen – das ideale Werkzeug für vielkanalige Messungen über viele verschiedene Führungsgrößen. Die Software verfügt neben Modulen für die reale sowie simulierte

Vorbeifahrtsmessung über weitere Module für zahlreiche Anwendungsbereiche (Standgeräuschemessungen, Struktur- und Modulationsanalysen, Analysen an rotierenden Systemen, Intensitäts- und Schalleistungsmessungen, Impedanzmessungen mit dem Kundtschen Rohr, Nachhallmessungen, Schallortung, Psychoakustik, Audio-Design). Zudem zeichnet sich PAK durch zahlreiche Funktionen und Raffinessen aus, die dem Anwender viel Komfort

und anwendungsoptimierte Möglichkeiten beim Messen, Analysieren und Auswerten der Daten bieten. Die Software nutzt für alle Module die gleiche, leicht bedienbare grafische Benutzeroberfläche und erlaubt das Speichern von kommentierenden Texten zusammen mit den Messdaten für die genaue Dokumentation der gesamten Messung. PAK arbeitet netzwerktransparent und auf Basis der ASAM ODS Datenbank.

Große Leistung im kleinen Format

PAK-Mobil MK II ist das Mess-Frontend für höchste Ansprüche. Unerreicht in Kompaktheit, Leistung und Zuverlässigkeit wird das System jeder Aufgabe in der akustischen Messtechnik gerecht.

Es lässt sich universell für alle gängigen Aufnehmer konfigurieren und leicht an die jeweilige Messaufgabe anpassen. Das reduziert den Aufwand, beschleunigt Projekte und minimiert Kosten.

· Mobiler Einsatz: Stets gekennzeichnet durch geringes Gewicht, niedrige Leistungsaufnahme, Robustheit, Flexibilität und Erweiterbarkeit - ob im Labor, am Prüfstand, im Fahrversuch oder bei anderen Anwendungen "vor Ort".

· Hochgenauer Tachoeingang: Er liegt mit seinem 50 MHz-Zähler weit über dem Durchschnitt - wichtig bei der Ordnungsanalyse und bei Drehgeschwindigkeitsuntersuchungen.

· Modulare Technik: Möglich sind 2-, 3- 6- und auch 10-Slot-Ausführungen mit mehr als 100 Messkanälen sowie der gemeinsame Betrieb mehrerer

PAK-Mobil MK II

Frontends zusammen. Die große Anzahl an Kanälen gewährleistet die parallele Erfassung vieler Messgrößen.

· Hart im Nehmen, sensibel in der Signalerfassung: Aufgrund der durchdachten Konstruktion kann je nach Anzahl der Slots auf einen Lüfter, der Mikrofonaufnahmen negativ beeinflussen könnte, verzichtet werden.

· Fernbedienung der Messabläufe: Das Miniterminal ist hierfür die ideale Basis - eine kompakte Anzeige- und Bedieneinheit für den mobilen Einsatz speziell in Fahrzeugen.

Müller-BBM VibroAkustik Systeme

Das Unternehmen bietet leistungsfähige Werkzeuge für alle akustischen und schwingungstechnischen Anwendungen und zählt in der Vielkanalmesstechnik weltweit zu den Marktführern.

Das Leistungsangebot umfasst die Entwicklung und Realisierung

rechnergestützter Aufnahme- und Analysensysteme, die Integration der Soft- und Hardware in die Betriebsabläufe der Kunden, die Inbetriebnahme, Wartung, Beratung, zusätzliche Supportleistungen und Trainings.

Wichtigste Kunden sind die Automobilhersteller und ihre Zulieferer sowie Firmen und Institute in Luft- und Raumfahrt, Lehre und Forschung,

Firmen-Portrait

aber auch Unternehmen der allgemeinen Konsum- und Haushaltsgüterindustrie.

Müller-BBM
VibroAkustik Systeme GmbH
Robert-Koch-Straße 13
82152 Planegg b. München
Tel. ++49 (0)89 – 8 56 02 – 400
Fax ++49 (0)89 – 8 56 02 – 444
E-Mail: PAK-Sales@MuellerBBM-vas.de
Internet: www.MuellerBBM-vas.de