



# Deutsche Gesellschaft für Akustik - Fachausschuss Fahrzeugakustik -

Verteiler: alle Mitglieder des FAFA  
(diese Version ist für die DEGA-Homepage vorgesehen, ohne Teilnehmerliste !)

## **Workshop des DEGA-Fachausschuss Fahrzeugakustik am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) in Stuttgart-Vaihingen von Dienstag, 21.09., bis Mittwoch, 22.09.2010**

---

### **0 Vorbemerkungen**

Fast schon traditionell konnten wir auch in diesem Spätsommer zu einem Workshop über verschiedene Themen der Fahrzeugakustik einladen. Herr Dr. Peter Brandstät und seine Mannschaft vom Fraunhofer - Institut für Bauphysik (IBP) in Stuttgart - Vaihingen hat uns in den (teilweise neuen) Räumlichkeiten des „Technikums“ empfangen. Am 21./22. September trafen sich dort 49 Mitglieder des FAFA (von derzeit 108 registrierten FAFA - Mitgliedern) zu einem inhaltlich vielversprechenden Programm. Die Agenda des Workshops war geprägt durch insgesamt 12 hochrangige Fachvorträge (davon 2 Gastvorträge) aus den Bereichen ...

- Geräusch- und Schwingungsverhalten von Fahrzeugen mit Elektro- bzw. Hybridantrieben
- Akustische Messtechnik
- Klimaanlage-Geräusche
- Psychoakustik (Tonhaltigkeit, tieffrequenter Lärm)

Leider mussten sich zwei Referenten krankheitsbedingt kurzfristig abmelden; die dadurch zunächst entstandenen Lücken in der Agenda konnten jedoch durch eine freie Diskussion über die jeweils vorgesehene Thematik gut ausgefüllt werden. Insgesamt hat sich der anwesende Kreis erneut als überaus diskussionsfreudig erwiesen, so dass die Bezeichnung „Workshop“ in der Tat angebracht war!

Viele informelle Gespräche am Abend im „Naturfreunde - Haus“ (ebenfalls St.-Vaihingen) halfen das Programm abzurunden. Die als Abschluss des Workshops angebotene Laborbesichtigung (diverse Bauakustik-Prüfstände sowie ein 4-Rad-Fahrzeug-Außengeräuschprüfstand) wurde von vielen Kollegen dankend angenommen.



---

## 1 Vortragsprogramm

Hier werden die von den Referenten dankenswerterweise zur Verfügung gestellten Abstracts zu den Vorträgen abgedruckt. Eine Veröffentlichung der Vollversionen ist FaFa-gemäß nicht vorgesehen; es besteht aber für Interessierte ggfs. die Möglichkeit, einzelne Vorträge direkt über die Referenten zu beziehen!

### 1.1 **„Formula Student“ – Elektrorennfahrzeug mit Radnabenmotoren**

*Wolfgang Foken (Westfälische Hochschule Zwickau)*

Geräuschuntersuchungen an Elektro- und Hybridfahrzeugen werden in den nächsten Jahren ein wichtiges Handlungsfeld für den Akustikingenieur sein. Neben Außen- und Innengeräuschen spielt auch das Geräuschdesign für ein künstliches „Langsamfahrt-Geräusch“ eine Rolle.

Im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen werden Geräusche reiner Elektrofahrzeuge mit denen von Referenzfahrzeugen (Hybrid, Otto und Diesel) bei einer Vorbeifahrtgeschwindigkeit von 30 km/h verglichen. Grundsätzlich unterscheiden sich die maximalen A-bewerteten Pegel eines Elektrofahrzeuges und eines mit Otto-Motor betriebenen Klein-PKW für Geschwindigkeiten > 25 km/h nur unerheblich. Auch die Unterschiede in Lautheit und Rauigkeit sind nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Unterschiede zeigen sich jedoch deutlich ohne A-Bewertung.

Es ist also nicht zu erwarten, dass sich im fließenden Verkehr sowohl innerstädtisch als auch auf Landstraßen und Autobahnen die Geräuschbelastung (Beurteilungspegel) durch Straßenverkehr mit der „Elektromobilisierung“ beeinflussen lässt.

Außerdem werden Innengeräusche von zwei „Kleinst-Elektrofahrzeugen“ vorgestellt, deren tonale Komponenten als lästig empfunden werden.

Erste Untersuchungen an einem Elektro-Rennfahrzeug „Formula Student“ mit Radnabenmotoren bzw. radnahen Elektromotoren (permanent erregt, synchron) zeigen, dass diese Art der Antriebsauslegung auch im Außengeräusch bereits bei niedrigen Geschwindigkeiten auffällig ist. Gleiches gilt für den radnahen Einsatz von Reluktanzmaschinen.

### 1.2 **Herausforderungen bei der NVH-Entwicklung von Hybridlinienbussen**

*Sven Ruschmeyer (Institut für Kraftfahrzeuge, RWTH Aachen)*

Für den Straßenverkehr in Ballungsgebieten wird eine weitere Reduktion von Abgas- und Geräuschemissionen gefordert. Dies gilt auch für den Betrieb von Linienbussen im ÖPNV. Durch die Rückgewinnung der Bremsenergie, Start-Stopp-Betrieb und die Phlegmatisierung des Verbrennungsmotors bietet der Hybridantrieb in verschiedener Hinsicht ein beachtliches Verbesserungspotential gegenüber dem konventionellen Dieselantrieb.



Vor dem Hintergrund der Akustik haben konventionelle Linienbusse im Stadtverkehr ein charakteristisches Geräuschverhalten. Besonders das Szenario der Haltestellenabfahrt unter Vollastbedingungen ist mit hohen Lärmemissionen verbunden. Je nach Hybridkonzept kann der Antrieb jedoch lokal emissionsfrei und somit auch geräuschreduziert über den elektrischen Zweig erfolgen. Insgesamt betrachtet sind durch Hybridantriebe in Linienbussen deutliche Verringerungen der Geräuschemissionen sowie Komfortsteigerungen für Fahrer und Fahrgäste realisierbar.

Nichtsdestoweniger stellt die Hybridtechnologie aber auch neue Herausforderungen an die NVH-Entwicklung. Fehlende Maskierungseffekte des Verbrennungsmotors generieren neue Geräuschcharakteristika von zuvor nicht auffälligen Komponenten / Baugruppen. Darüber hinaus existieren spezielle NVH-Aspekte, bedingt durch die elektrifizierten Nebenaggregate, Leistungsumrichter und elektrischen Antriebsachsen. Am Beispiel aktueller Forschungsaktivitäten des Instituts für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen wird in dem vorliegenden Beitrag auf diese Thematik näher eingegangen.

### 1.3 **Anforderungen an die hochfrequente Körperschallisolation bei elektrischen Antrieben**

*Hendrik Sell (Vibracoustic, Hamburg)*

Bei elektrischen Antrieben in Pkw vergrößert sich der Frequenzbereich, in dem dominante Geräuschanteile per Körperschall in den Fahrzeuginnenraum gelangen. Der Beitrag stellt zunächst eine Lagermodellierung in Form von mechanischen Vierpolen vor, mit denen quantitative Dämmungsrechnungen durchgeführt werden können. Die sogenannte Umkehrmethode zur Bestimmung der Vierpolparameter ist auch für den Fall interessant, in dem nur die dynamische Steifigkeit benötigt wird, da diese in der Methode doppelt bestimmt wird und dadurch ein Gütekriterium zur Verfügung steht. Auf die konkrete Bauteilauslegung wird zum Einen in Form von allgemeinen Hinweisen eingegangen – kleine Bauteile mit geringer Shore-Gummi-härte – und zum Anderen wird das „QuietType“-Innovationsprojekt der Vibracoustic vorgestellt. Diese Art von passiven Gummi-Metall-Lagern wird konstruktiv so ausgeführt, dass sie in einem vorzuziehenden Frequenzband eine abgesenkte dynamische Steifigkeit und somit ein großes Isolationspotenzial zeigen.

### 1.4 **Measuring and visualizing the acoustic absorption of a car seat**

*Hans-Elias de Bree (Microflown Technologies, Arnheim)*

The design of acoustic trim packages is an ongoing trade off between reducing noise levels, saving weight and saving costs. The acoustic properties of materials will change during installation in a car and can only be correctly measured after they are mounted. This is especially true for one of the main absorbers inside the car, namely the seat, which consists of multiple material layers that are compressed in a certain way.

Although Kundt's tube and alpha cabin measurements are widely used in industry, they do not allow the complete and proper characterization of materials as they are applied in situ. Some in-situ methods are available, but none of them can be used inside the small and reverberant environment like a car.



Here an in situ testing method based upon a PU-probe capturing both sound pressure and acoustic particle velocity data will be presented. The impedance is measured directly in one spot close to the material and therefore it is possible to measure inside a car while having little disturbance from reflections.

The results of this PU technique will be visualized via the so-called Scan&Paint method. With this method the audio data is recorded while at the same time a video is recorded from a distance. The position of the probe at each particular time is obtained from the individual video frames. This allows for a quick and detailed scan of a surface and the results can be visualized as a color map.

### 1.5 **Prüfstandskonzeption und Laufradentwicklung für Gebläse einer Fahrzeugklimaanlage - Ein Zwischenstand**

*Jan-Martin von Pozniak (Denso Automotive, Eching)*

*(ohne Abstract !)*

*Auszug: Die optimale Schaufelzahl liegt zwischen 30 und 40. Nicht nur die Verteilung der Schaufeln über dem Umfang des Lüfterrades sondern auch die Schaufelgeometrie ist für das Geräuschverhalten entscheidend.*

### 1.6 **Analoge und digitale Drehzahlerfassung im Vergleich**

*Bernd Virnich (Müller-BBM, VibroAkustik Systeme, Planegg)*

Bei der Messung an rotierenden Bauteilen wie Motoren, Getrieben, Pumpen etc. wird oft die Ordnungsanalyse eingesetzt. Die Analyse der Ordnungen, Drehschwingungsuntersuchungen oder eine Grad-Kurbelwinkel bezogene Darstellung von Messergebnissen sind ohne eine Drehzahlinformation nicht möglich.

Drehzahlsignale am Motor können an verschiedenen Stellen abgegriffen werden. Üblich sind Signale von Zünd-OT oder Nockenwelle, Kurbelwelle, Zündfrequenz oder Signale von extra angebrachten Gebern oder einer Tachoscheibe.

Aus einem Puls je Umdrehung oder Arbeitsspiel lässt sich bereits die Drehzahlinformation berechnen. Um die Drehungleichförmigkeit zu bestimmen oder herauszurechnen, werden viele Pulse je Umdrehung benötigt. Hier gilt das Abtasttheorem. Will man z.B. bis zur 10. Ordnung messen, müssen mindestens 20 Pulse je Umdrehung vorhanden sein.

Eine Grad-Kurbelwinkel bezogene Signaldarstellung benötigt neben der Drehzahlinformation auch noch einen auf das Arbeitsspiel bezogenen Trigger für den Start der Skalierung.

Zunehmend sind im Fahrzeug auch digitale Busse für die Kommunikation verbaut. Der CAN-Bus oder der OBD-2 Servicestecker sind eine gute Möglichkeit, eine Drehzahlinformation abzugreifen. CAN-Bus und OBD-2 liefern ein nicht-kontinuierliches Drehzahlsignal mit einer leichten Verzögerung zur tatsächlichen Drehzahl. Der zeitliche Offset kann schwanken. Moderne Fahrzeuge mit schnellem CAN-Bus haben eine Differenz im Drehzahlsignal, die bei der normalen Ordnungsanalyse vernachlässigt werden kann.



Es werden die verschiedenen Arten der Drehzahlerfassung vorgestellt und mögliche Auswirkungen auf die Genauigkeit der Ordnungsanalyse erläutert.

*Der Vortrag musste leider krankheitsbedingt entfallen (soll aber auf der DAGA 2011 „nachgeholt“ werden!). - Stattdessen wurde eine freie Diskussion zu dem Thema geführt. Hierzu eine kurze Zusammenfassung:*

Im Bereich der NVH-Messtechnik werden u.a. die Motordrehzahl und/oder die Fahrgeschwindigkeit als „Führungsgröße“ für entsprechende Analysen benötigt. Hierbei kann man folgende Verfahren zur Ableitung der Größen aus dem Fahrzeug unterscheiden:

- Direkt zugängliche (serienmäßige) Sensoren, die TTL-Impulse ausgeben (mit n Impulsen pro Motor- oder Radumdrehung); kann von Frontends mit Pulseingängen meist direkt aufgenommen werden.
- Für messtechnische Zwecke zu applizierende Lichtschranken Systeme (meist mit 1 Impuls pro Motor-, Rad- oder Gelenkwellen-Umdrehung);
- CAN-basierte Systeme mit fester oder konfigurierbarer Ausgabe bestimmter CAN-Signale (als Pulsfolge oder als Analogspannung)
- CAN-basierte Systeme, die den kompletten CAN-Datenstrom aufzeichnen und für offline-Analysen die benötigten Daten extrahieren.
- OBD-Buchsen-basierte Adapter (oftmals nur mit „langsamen“ Datenraten !)
- GPS-basierte Adapter für Fahrgeschwindigkeitsmessungen (mit Puls- oder Analogausgängen, ggfs. mit RS232-Datenausgang)
- Optische Verfahren zur Messung der Fahrgeschwindigkeit („speed over ground“)
- Spezialverfahren mit „Schätzung“ aus dem Motorengeräusch

In der AG Messtechnik wird eine Liste mit bekannten und von FAFA-Mitgliedern erprobten Geräten, Adaptern etc. gepflegt. Bitte im Bedarfsfall H. Raabe ansprechen!

## 1.7

### **Analysemöglichkeiten für Hybrid- und Elektroantriebe**

*Winfried Krebber / Roland Sottek (HEAD acoustics, Herzogenrath)*

Hybrid- und Elektrofahrzeuge werden in Zukunft einen signifikanten Anteil der Kfz-Neuzulassungen ausmachen. Aus Sicht des NVH-Ingenieurs bringen Hybridantriebe ungewohnte Geräuschszenarien mit sich: Dazu zählen u. a. plötzliche Start- und Stoppvorgänge und neuartige Geräusche des Elektromotors und des Umrichters sowie der Zusatzaggregate, die dank wegfallender Maskierung durch den Verbrennungsmotor zusammen mit Reifen/Fahrbahngeräuschen sowie Klappern, Knartzen, Quietschen etc. von diversen Komponenten in den Vordergrund treten. Die gewohnte akustische Korrelation zwischen Geräusch und Beschleunigung fehlt. Lösungen sind wegen der höheren Komplexität der Antriebsmodi schwerer zu finden, altbekannte Analysemethoden kommen an ihre Grenzen.



An Beispielen werden die notwendigen Erweiterungen der Transferpfadanalyse, der Ordnungsanalyse und der Modulationsanalyse aufgezeigt. Die neuen Antriebe werfen darüber hinaus die Frage nach dem „richtigen“ Sound der Zukunft auf, die im Vorfeld der Entwicklung letztlich nur durch subjektive Analyse in virtuellen Umgebungen mit Luft- und Körperschallanregung beantwortet werden kann. Dazu müssen solche Simulatoren in der Lage sein, parallel mehrere Antriebe mit parametrierbaren Fahrdynamikmodellen abzubilden. Auch die relevanten Fahrzustände („Driving Modes“), für die vibroakustische Messungen sinnvoll sind, müssen neu bestimmt werden.

## 1.8 Wahrnehmbarkeit von Elektrofahrzeugen

*Michael Fischer (Bosch, Kompetenzzentrum Geräusch, Stuttgart)*

Das geringe Fahrgeräusch von Elektrofahrzeugen bei niederen Geschwindigkeiten (<20km/h) wird derzeit von amerikanischen und japanischen Behörden als Risiko für Fußgänger eingestuft, das einer genaueren Betrachtung und ggf. Regulierung bedarf. Im Beitrag werden Hintergründe zu der Fragestellung aufgezeigt und die Aktivitäten in den Ländern Japan und USA sowie in den Regulierungsgremien der UNECE dargestellt. Weiter werden erste technische Gegenmaßnahmen (akustische Warnsysteme) vorgestellt und diskutiert, wie sie derzeit in Japan aufgrund einer nicht-verpflichtenden technischen Richtlinie des Verkehrsministeriums eingeführt werden.

Internet-Links zum Thema (hier nur eine gekürzte Auswahl !)

US-Amerikanische Verkehrssicherheitsbehörde NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration): <http://www.nhtsa.org/>

Statistisches Bundesamt Deutschland, Fachveröffentlichungen Verkehr:  
[https://www.ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur\\_n0000.csp&treeid=46200](https://www.ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_n0000.csp&treeid=46200)

NHTSA Document DOT HS 811 304, April 2010, Quieter Cars and the Safety Of Blind Pedestrians: Phase I:  
<http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NVS/Crash%20Avoidance/Technical%20Publications/2010/811304rev.pdf>

NHTSA Document DOT HS 811 204, September 2009, Incidence of Pedestrian and Bicyclist Crashes by Hybrid Electric Passenger Vehicles:  
<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811204.pdf>

MLIT, Guideline on measures against the quietness of hybrid vehicles, etc., Documents of the 52nd Meeting of the UNECE/TRANS/WP.29/GRB:  
<http://www.unece.org/trans/doc/2010/wp29grb/ECE-TRANS-WP29-GRB-52-inf03e.pdf>



### 1.9 **Tonhaltigkeit von instationären Geräuschen**

*Otto Martner / C. Zerbs (Müller-BBM, Planegg), L. Wilholt (Uni Oldenburg)*

Zur rechnerischen Bestimmung der Tonhaltigkeit existieren verschiedene Verfahren. Eines davon ist in der DIN 45681 „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen“ festgelegt. In dieser Norm wird eine Pegeldifferenz zwischen dem Tonpegel und dem Frequenzgruppenpegel ohne Ton und unter Berücksichtigung der Mithörschwelle berechnet. Je nach Ausprägung der tonalen Komponente werden Zuschläge von 0 bis 6 dB (ganzzahlig) vergeben. Diese Art von Zuschlägen ist z.B. bei Fahrzeuginnen-geräuschen nur bedingt anwendbar, da fast immer tonale Komponenten vorhanden sind, die deutlich aus dem breitbandigen Geräusch hervortreten, so dass praktisch ein konstanter Zuschlag von 6 dB erforderlich wäre.

Da das Verfahren nach der Überarbeitung der DIN 45681 nicht nur bei stationären, sondern auch bei nichtstationären Geräuschen anwendbar ist, wurden Vergleiche zwischen den berechneten Pegeldifferenzen und den Ergebnissen aus Hörversuchen zur Skalierung von subjektiven Empfindungen bezüglich der Tonhaltigkeit durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass sowohl bei synthetischen Schallen als auch bei realen Fahrzeuggeräuschen die Ergebnisse der Hörversuche gut mit der nach DIN 45681 berechneten Pegeldifferenz korrelieren. Bei Auftreten von mehreren Tönen sollte eine gewichtete Addition der Pegeldifferenz erfolgen, um das Prognoseergebnis zu verbessern. Die in der DIN 45681 genannte Mittelungszeit von 3 s könnte für Fahrzeuggeräusche auf 1 s bis 2 s verringert werden.

### 1.10 **Tonhaltigkeit von Fahrzeuggeräuschen**

*Jesko Verhey, Arne Oetjen, Reinhard Weber (C.v.O.-Universität Oldenburg)*

Fahrzeuggeräusche sind häufig instationär mit sich über die Zeit ändernder Tonhaltigkeit. Im Rahmen des Fachausschusses Fahrzeugakustik wurde vor zwei Jahren ein Ringversuch „Tonhaltigkeit“ gestartet, in der die Tonhaltigkeit einer Auswahl von Geräuschen bestimmt werden sollte. Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse eines hörakustischen Versuchs vor, in der die Tonhaltigkeit der Geräusche des Ringversuches gemessen wurde. Für das Experiment wurde eine Benutzeroberfläche entwickelt, die eine zeitlich-dynamische Bewertung der Schalle bezüglich ihrer Tonhaltigkeit erlaubt. Vor dem Experiment wurde der Versuchsperson durch Beispielschalle der Begriff Tonhaltigkeit erklärt und der Unterschied zur Tonhöhe verdeutlicht. Danach wurden vor Beginn der Bewertung alle Signale einmal vorgespielt. Die dynamische Bewertung erfolgte mit einem Schieberegler zwischen „nicht tonhaltig“ und „sehr tonhaltig“. An dem Versuch nahmen insgesamt 25 Versuchspersonen teil. Die Tonhaltigkeitszeitfunktionen zeigen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Geräuschen. Die Ergebnisse können als Grundlage zum Vergleich mit Modellvorhersagen genutzt werden.



### 1.11 **Tieffrequenter Lärm – Ein (v)erkanntes Problem ?**

*Detlef Krahe (Bergische Universität Wuppertal, Gastvortrag !)*

Tieffrequenter Lärm (ca. 10 - 100 Hz) kann für manche Betroffene in besonderer Weise belastend zu sein. Schon bei geringen Pegeln können unangenehme und bedrückende Reaktionen (Angst, Schlaflosigkeit, Konzentrationsmangel etc.) ausgelöst werden. Es stellt sich die Frage nach den Ursachen einer solchen Empfindlichkeit.

Viele Beobachtungen deuten darauf hin, dass die spektrale Balance eine wesentliche Rolle spielt. Gemeint ist damit das Maß, in dem sich der Lärm auf den tiefen Frequenzbereich konzentriert und mittlere und höhere Frequenzkomponenten fehlen. Selbst durchgeführte Hörtests mit entsprechend variierten Stimuli zeigten mit zunehmender Konzentration auf den Bereich tieferer Frequenzen eine zunehmende negative Wirkung bei den Testpersonen, ein Ergebnis, das in den wenigen dazu vorhandenen Publikationen bestätigt wird.

Auf der Suche nach einer weitergehenden Erklärung wurden dieselben Stimuli mittels eines physiologisch basierten Gehörmodells verarbeitet. Dabei zeigte sich beginnend mit Reaktionen im Bereich der Basilarmembran, dass bei einer starken Konzentration auf den tieffrequenten Bereich verstärkt eine Art Synchronisation in den Nervenaktivitäten hervorgerufen werden kann. In der Physiologie des Gehirns spielen örtlich verteilte Prozesse und ihr Zeitbezug eine wesentliche Rolle. Das führt zu der Hypothese, dass tieffrequenter Schall solche Prozesse beeinträchtigen und damit zu den oben erwähnten Reaktionen führen kann. Parallelen dazu können in Krankheitsverläufen beobachtet werden, bei denen von Betroffenen über gleichartige Empfindungen berichtet wird und die ebenfalls von Formen der Synchronität in den Nervenaktivitäten begleitet sind. Gedacht wird hier an Formen der Epilepsie.

Sollte tieffrequenter Lärm tatsächlich eine solche direkte mentale Wirkung haben, so ist zwingend dem Umstand mehr Aufmerksamkeit zu widmen, dass manche Schallschutzmaßnahmen überhaupt erst zu einer spektralen Formung mit einem Schwerpunkt bei tiefen Frequenzen führen. Es ist nicht auszuschließen, dass in dB(A) vorgegebene Richtwerte zusätzlich eine solche Ausprägung tendenziell fördern.

### 1.12 **Soundsysteme im Wandel der Zeit**

*Norbert Niemczyk (Daimler AG, Sindelfingen, Gastvortrag !)*

Heutige Telematik-Systeme für Fahrzeuge stehen zum einen im Zeichen von Funktionalität, Kosten, Gewicht und werden zunehmend gemessen an den CO<sub>2</sub>-Herausforderungen durch Umweltschutzvorgaben. Dies zeigt sich im Besonderen bei Sound-Wiedergabesystemen für Fahrzeuganwendungen, die aus energetischer Sicht einen nicht zu unterschätzenden negativen Beitrag in der Gesamtbilanz liefern. Ursache hierfür liegt zum größten Teil in der Tatsache der ineffizienten Energieumwandlung aus der elektrischen in eine akustisch nutzbare Form begründet. Neben dem heutigen Wandlerprinzip eines elektrodynamischen Antriebs, liefern interessanterweise auch weitere Teile der gesamten Wirkkette ihren Beitrag, wobei in jedem Teil der Wirkkette durchaus Potenziale zur Verbesserung stecken.





Der gesamte Betrachtungsbogen in diesem Vortrag beinhaltet darüber hinaus einen chronologischen Streifzug der letzten Jahre, mit einer durch den Verbrauchermarkt bestimmenden funktionalen Anreicherung.

Im Weiteren wird auf die akustischen Herausforderungen kleiner Fahrzeugkabinen eingegangen und mit der Kundenerwartungshaltung an gute Soundwiedergabesysteme in Fahrzeugen gespiegelt.

Abschließend wird auf viele Gemeinsamkeiten aus dem Fachgebiet der Fahrzeugakustik und dem Bereich der soundwiedergebenden Telematik-Systeme eingegangen, die neben gemeinsamer Messtechnik und Wahrnehmungssensorik durch Fahrzeugnutzer auch das Fahrzeug selbst als gemeinsames Austragungsobjekt ihrer verbessernden Arbeiten nutzen.

Das Fachgebiet der Telematik baut letztendlich auf den guten Arbeitsergebnissen der Fahrzeugakustik auf und setzt diese in Form von gutem Raumklang im Fahrzeug fort.

*Auch dieser Vortrag musste leider krankheitsbedingt entfallen. - Stattdessen wurde ebenfalls eine freie Diskussion zu dem Thema geführt. Hierzu eine kurze stichwortartige Zusammenfassung:*

Zwischen der Akustik im Sinne von „NVH“ und im Sinne von „Audio“ gibt es bislang nur wenige Berührungspunkte. Gemeinsame Interessen könnten bestehen ...

- ... in der Simulation der Innenraumakustik
- ... bei der Anwendung aktiver Verfahren (ANC als Sammelbegriff); hier gäbe es künftig Schnittstellen im doppelten Sinne des Wortes: die Ausgangssignale der aktiven Systeme sind über Schnittstellen in das Audiosystem des Fahrzeugs einzuspeisen (analog oder digital).

---

## 2 Plenumsdiskussion zu diversen Themen

### 2.1 **Fafa auf DEGA-Homepage / Mitgliederverwaltung**

Ein Hinweis zur Verwaltung der Mitgliederdaten: Aufgrund einer anstehenden Umstrukturierung der DEGA-Homepage ist derzeit ein Zugriff auf die Mitgliederdatenbank (seitens der Mitglieder) nicht möglich. Aktuelle Nachrichten sind aber weiterhin unter der Rubrik „Fachausschüsse / Fahrzeugakustik / Neuigkeiten“ zu finden.

### 2.2 **Weiteres Vorgehen im Umgang mit der „Interessiertenliste“**

Bei der DEGA-Geschäftsstelle werden nicht nur die Listen der FA-Mitglieder geführt sondern zu jedem FA auch eine Liste mit „Interessierten“. Der Eintrag erfolgt beispielsweise bei der Beantragung der DEGA-Mitgliedschaft, wo im entsprechenden Formular das „Interesse“ an bestimmten FA's geäußert werden kann (Stand für den Fafa im September: ca. 200 Einträge!)



Es wird diskutiert, inwieweit dieser Personenkreis automatisch mit Protokollen versorgt werden soll oder ob statt dessen der Hinweis auf die Seiten des FAFA in der DEGA-Homepage ausreicht. Damit bestünde prinzipiell keine Notwendigkeit der weiteren Pflege der Interessiertenliste.

In der Sitzung während der DAGA 2011 in Düsseldorf soll über das weitere Vorgehen abgestimmt werden.

### **2.3 „Akustik-Leiter-Kreis“ der deutschen Automobilindustrie**

Am 13. April hat Herr J. Schulz (Audi) das „Portfolio“ des FAFA bei der Sitzung des Akustik-Leiter-Kreises (ALK) im Hause Audi vorgestellt. Der ALK sieht sich im Vergleich zum FAFA deutlicher operativ tätig, während der FAFA als eher im Sinne forschungsorientierter Themen tätig verstanden wird.

Möglicherweise besteht ein Interesse bzgl. eines Austausches mit der AG Messtechnik. Hierzu soll es ggfs. eine kurze Abstimmung beim nächsten Treffen des ALK bei Fa. Porsche im Frühjahr 2011 geben.

(Das aktualisierte Portfolio des FAFA wird zusammen mit dem Protokoll versandt !)

### **2.4 Strukturierte Sitzungen auf der DAGA 2011**

Im Hinblick auf die DAGA 2011 (Düsseldorf, 21. - 24. März) wurden während des Workshops Themen für strukturierte Sitzungen vorgeschlagen und diskutiert. Seitens des FAFA werden demnach voraussichtlich folgende drei strukturierte Sitzungen angeboten:

- „Geräusche und Schwingungen bei Elektro- und Hybridantrieben“
- „Aspekte für Zielgeräusch-Szenarien bei Elektro- und Hybridantrieben“
- „Zukunft konventioneller Antriebe (Herausforderungen durch Downsizing)“

Die finale Abstimmung innerhalb des FAFA sollte kurzfristig erfolgen. - Bis zur Anmelde-Deadline haben sich jedoch keine Koordinatoren für die geplanten strukturierten Sitzungen gefunden. Dennoch sind natürlich alle Beiträge zu fahrzeugakustikrelevanten Themen willkommen! (erfahrungsgemäß kommen genügend Beiträge zusammen, um mindestens 2 Sitzungen „Fahrzeugakustik“ zu etablieren.

### **2.5 Normung: Überarbeitung der Lautheitsbestimmung nach ISO 532**

Kurz vor dem Workshop wurde über Herrn Genuit bekannt, dass in einem Ausschuss der ISO eine grundlegende Überarbeitung der Lautheitsbestimmung nach ISO 532 diskutiert würde. Die (insbesondere für europäische Anwender) wesentliche Änderung, bestünde möglicherweise in einem Entfall der Lautheitsberechnung nach dem bekannten und bei Anwendern etablierten Verfahren nach E. Zwicker (wie auch in DIN 45631 festgelegt). – Auf dem Workshop wurde das Thema im Sinne einer Meinungsumfrage diskutiert. Das Ergebnis soll über Herrn Scheuren der entsprechenden Working Group bei der ISO zugänglich gemacht werden; daher folgt hier eine englischsprachige Zusammenfassung der Diskussion.



Revision of Loudness Standard ISO 532:  
Summary of the Discussion within the Technical Committee "Vehicle Acoustics"  
of the German Acoustical Society DEGA

The Technical Committee "Vehicle Acoustics" within the German Acoustical Society deals with all technical issues of Acoustics and Noise, Vibration and Harshness (NVH) which are relevant to the acoustic design and analysis of vehicles. In particular, it represents all those being interested in these issues including OEM's, suppliers, research units and many other related working groups.

At its recent meeting on Sept. 21/22, 2010 in Stuttgart, the committee intensively discussed the consequences of the recent decision of ISO TC 43, WG9, not to further support loudness calculations according to the Zwicker method (ISO 532B and DIN 45631) as a standard. The members of the committee clearly agreed that this decision would strongly interfere with their interest in a stable, reliable, proven and long-term available calculation procedure.

Based on reports of practically useful loudness evaluations it was clearly stated that the long-term benefit of ISO 532B results has been frequently confirmed by satisfactory agreement with subjective impressions. Therefore, independent from new alternative methods being introduced, future continuity of the approved method of ISO 532B within a revised standard is a key request to further maintain and use psychoacoustic metrics for sound quality purposes.

In this context, the importance of long-term comparability of data was greatly stressed as being indispensable unless serious and far-reaching errors would clearly be proven.

**On behalf of its many members the TC Vehicle Acoustics therefore strongly requests the preservation of the Zwicker calculation procedure within a future ISO 532 Standard.**

## **2.6 Kooperation mit dem DEGA-FA Hörakustik**

Als Sofortmaßnahme wird eine bessere Koordination der FA-Sitzungen während der DAGA angestrebt. Dies soll über die jeweilige Tagungsleitung angefragt werden.

Für 2011 ist evtl. ein Workshop des FA-Hörakustik vorgesehen, der die teilweise mit dem FAFA überlappenden Interessen berücksichtigen soll.

## **2.7 Fz.-Austausch**

Aufgrund der (noch) schlechten Verfügbarkeit von Hybrid- und Elektrofahrzeugen wird angefragt, ob ein firmenübergreifender Austausch von solchen Fahrzeugen für Messzwecke möglich wäre oder eingerichtet werden könnte.



### 3 AG Messtechnik

Die Punkte, die die AG Messtechnik betreffen, werden im Gesamtplenium diskutiert und durch Herrn Raabe moderiert.

#### 3.1 Neues Projekt zu TPA-Methoden

Von den Herren Quickert und Dr. Gäbel wurde (bereits vor einiger Zeit) ein neues Projekt zum Thema „multikohärente Quellen“ initiiert. Bislang haben aber nicht genügend Teilnehmer ihre (aktive) Mitarbeit zugesagt. Somit wird das Vorhaben vorerst gestoppt und soll ggfs. nochmals auf der Sitzung während der DAGA vorgestellt werden.

Um ein Gefühl dafür zu bekommen wie TPA-Methoden heute bereits eingesetzt werden, soll eine Umfrage unter den FAFA-Mitgliedern durchgeführt werden, in der folgende Fragen beantwortet werden sollen:

Wer wendet TPA-Methoden heute an?

Mit welchem System wird TPA durchgeführt?

Welche Aufgabestellungen werden damit bearbeitet?

Bitte beantworten Sie die Fragen bis spätestens 28. Februar 2011, damit wir in unserer nächsten Sitzung auf der DAGA 2011 über das weitere Vorgehen beraten können.

#### 3.2 Neues Projekt zu Impedanz- bzw. Absorptionsfaktormessungen

Auch zu dieser Projektidee liegt z.Zt. noch zu geringes Interesse vor. Bei einer Teilnehmerzahl von mehr als 7 Interessenten, soll das Projekt gestartet werden. Interessenten sollten sich bis spätestens 21. Januar 2011 mit Herrn Raabe in Verbindung setzen.

#### 3.3 „PU“-Forum

Von Herrn Schulz (Audi) wurde ein Forum zu PU-Sensoren (Druck- und Schnellemessungen, z.B. für Intensität) angeregt. Ggfs. kann darüber im Rahmen des Workshops 2011 berichtet werden.

#### 3.4 Workshop „Mess- und Analysetechnik in der Fahrzeugakustik“

Der nächste Workshop wird voraussichtlich Di/Mi, 10./12. Oktober 2011 stattfinden (voraussichtlich an der Uni Stuttgart). – Die künftige Benennung (Workshop, Seminar, Symposium, Kolloquium, ...) ist gemeinsam mit der DEGA-Geschäftsstelle zu klären (Letens, Helfer, Raabe, Klemenz).

Die nächste Sitzung der AG-Messtechnik findet im Rahmen der DAGA 2011 in Düsseldorf statt.



## 4 Führung durch die Labore des IBP

Am Nachmittag des zweiten Workshoptages bestand für Interessenten die Möglichkeit zu einer Besichtigung der Labore des IBP:

- Bauakustikprüfstände für Schalldämmung von Bauteilen wie Wänden, Fenstern, Türen
- Aero-Akustik-Windkanal zur Bestimmung von Dämpfungen, Strömungsgeräuschen und Druckverlusten von Schalldämpfern und strömungstechnischen Einbauten
- Freifeldraum zur Analyse von Schallquellen: Schalleistung, Richtcharakteristik, Lokalisation
- Hallraum zur Bestimmung der Schalleistung von Quellen und zur Bestimmung der Absorption von Schallabsorbern bei diffusem Schalleinfall
- Regengeräuschprüfstand zur Bestimmung der Schallerzeugung an Bauteilen durch Regen
- Fahrzeugakustikprüfstand mit Allrad-Rolle und Außengeräuschmesshalle zur Durchführung von Schall- und Schwingungsmessungen bezüglich des Fahrzeuginnengeräusches und der Außengeräusche mit simulierter Vorbeifahrt.

---

## 5 Verschiedenes

Der FAFA kann wiederum auf einen gelungenen Workshop zurückblicken. Allen am Erfolg dieses Workshops beteiligten Kollegen sei gedankt: den Referenten für ihre Bereitschaft, ansprechende Fachvorträge vorzubereiten und zu präsentieren, den zahlreichen interessierten Teilnehmern für ihre regen Diskussionsbeiträge. Darüber hinaus haben sicher auch die vielen informellen Gespräche „am Rande“ den Charakter des Workshops positiv geprägt.

Herrn Dr. Peter Brandstät und seinem gesamten Team sei nochmals für die umfangreichen lokalen Vorbereitungen, die diesen Workshop erst ermöglicht haben, im Auftrag des FAFA herzlich gedankt !

Für den Workshop im Herbst 2011 werden noch potentielle Gastgeber gesucht ...!

---



Sindelfingen, den 06.12.2010

*(Uwe Letens)*

Dr.-Ing. Uwe Letens  
c/o Daimler AG  
Tel. 07031-90-46770  
[uwe.letens@daimler.com](mailto:uwe.letens@daimler.com)

Zwickau, den 06.12.2010

*(Wolfgang Foken)*

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Foken  
Westfälische Hochschule Zwickau  
Tel./Fax: 0375 536 34 40/3393  
[wolfgang.foken@fh-zwickau.de](mailto:wolfgang.foken@fh-zwickau.de)

Anlagen: Teilnehmerliste, Gruppenphoto  
**(diese Version ist für die DEGA-Homepage vorgesehen,  
daher ohne Teilnehmerliste, ohne Gruppenphoto !)**