

**Die Technische Hochschule Deggendorf veranstaltet eine  
Diskussionssitzung der ITG- und DEGA-Fachausschüsse  
„Hörakustik“ und „Elektroakustik“**

## **10. Deggendorfer Akustik-Seminar**

Ort: Technische Hochschule Deggendorf  
Edlmairstr. 6+8  
94469 Deggendorf  
Hörsaal E 001

Tag: 01.12.2015

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krump  
Email: gerhard.krump@th-deg.de

Im Fokus des Seminars stehen aktuelle Verfahren und Technologien zu „Akustischen Mess- und Beurteilungsmethoden“. Sechs praxisbezogene Referate mit anschließender Diskussion sowie Hörbeispiele und Demonstrationen vermitteln anschaulich den Stand der Technik und geben Einblick in zukünftige Zielsetzungen.

### **Agenda: „Akustische Mess- und Beurteilungsmethoden“**

- 09:30 – 09:35 Uhr**    **Begrüßung**  
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krump
- 09:35 – 10:25**    **Lautsprecher richtig messen und beurteilen**  
Peter Atzinger, Volke Consulting Engineers GmbH, München
- 10:30 – 11:20**    **Messung des Schwingverhaltens von Lautsprechermembranen und Ursachenanalyse von Rocking Modes**  
Dipl.-Ing. Christian Bellmann, Klippel GmbH, Dresden
- 11:25 – 12:15**    **Bestimmung der Richtcharakteristik mit Hilfe von holographischen Nahfeldmessungen**  
Dipl.-Ing. Christian Bellmann, Klippel GmbH, Dresden
- 12:15 – 13:30**    **Mittagessen in der Mensa**
- 13:00 – 14:00**    **Präsentationen**
- 14:00 – 14:50**    **Akustik als Aspekt von Hochwertigkeit im Nutzfahrzeug**  
M.Sc. Tobias Glohr, MAN Truck & Bus AG, München, IKTD Universität Stuttgart
- 14:55 – 15:45**    **Schienenverkehrslärm am Beispiel von Rauheiten und Gleisabklingraten**  
Dipl.-Ing. Holger Heckelmüller, DB Systemtechnik GmbH, München
- 15:50 – 16:30**    **Die neuen Audiolabore der TH Deggendorf – Eigenschaften und Nutzung**  
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krump, Technische Hochschule Deggendorf
- 16:30 – 17:15**    **Führung durch die Audioräume**  
Reflexionsarmer Raum, Abhörraum, Psychoakustiklabor, Radiostudio, 3D-Surroundstudio

Es sind jeweils 40 Min. Vortrag und anschließend 10 Min. Diskussion sowie 5 Min. Vortragswechsel geplant.

## Abstracts

Peter Atzinger

### **Lautsprecher richtig messen und beurteilen**

Als Bindeglied zwischen der elektrischen Informationsverarbeitung und der akustischen Weiterleitung in Form von Schallwellen werden Lautsprecher in vielfältiger Form eingesetzt und haben meist die naturgetreue oder wenigstens die unverzerrte Wiedergabe zum Ziel. Daher müssen Lautsprecher ihrem Einbauort angepasst und in ihren Parametern optimiert werden. Eigenschaften wie Frequenzgang, Abstrahlverhalten und Klirrfaktoren sollten richtig gemessen und beurteilt werden. Hierbei sind Ankopplungen an Gehäuse und Umgebung, Temperatureinflüsse und Belastbarkeitsansprüche besonders zu berücksichtigen. Spezielle Anforderungen, insbesondere im Automobilbereich, werden diskutiert und anhand von Messergebnissen bewertet.

Dipl.-Ing. Christian Bellmann

### **Messung des Schwingungsverhaltens von Lautsprechermembranen und Ursachenanalyse von Rocking Modes**

Geometrie und Schwingungsverhalten von Lautsprechermembranen können mit Hilfe von verteilten Parametern charakterisiert werden. Diese Daten dienen zur Vorhersage des abgestrahlten Schalldrucks und für die Zerlegung in modale und Schalldruck bezogene Komponenten. Mechanische und akustische Probleme können so separat analysiert werden. Dabei sind besonders für Kopfhörer und Micro-Speaker s.g. Rocking Modes (Wiegeschwingungen) von entscheidender Bedeutung, da sie „Rub and Buzz“-Effekte hervorrufen und den maximalen Ausgangspegel für tiefe Frequenzen begrenzen. Ursachen hierfür sind kleine Asymmetrien der Steifigkeit, der Masse oder des Magnetfeldes. Ein neues Verfahren wird vorgestellt, welches die verschiedenen Ursachen quantifiziert. Durch modale Zerlegung und Parameteridentifikation werden klare Anhaltspunkte für die Verbesserung des Schwingungsverhaltens des Lautsprechers geschaffen.

Dipl.-Ing. Christian Bellmann

### **Bestimmung der Richtcharakteristik mit Hilfe von holographischen Nahfeldmessungen**

Traditionell wird die Richtcharakteristik von Lautsprechern im Fernfeld in einer reflexionsarmen und störungsfreien Umgebung gemessen. Dafür erforderliche akustische Spezialräume sind sehr teuer, besitzen überwiegend jedoch weder eine ausreichende Größe noch eine hinreichende Auskleidung für die Absorption tiefer Frequenzen (<100Hz). Aufgrund der großen Messabstände sind kontrollierte klimatische Bedingungen für eine exakte Phasenmessung unabdingbar. Im Vortrag wird ein neues Messverfahren vorgestellt, das die Nachteile der traditionellen Messung überwindet. Basierend auf einer Messung im Nahfeld auf zwei Hüllflächen wird der Direktschall von Raumreflektionen getrennt und mit speziellen Lösungen der Wellengleichung (Sphärische Harmonische, Hankel-Funktionen) modelliert. Die holographische Extrapolation einer Messung im Nahfeld in einem gewöhnlichen Raum (z.B. Büro) liefert dabei eine umfassendere und genauere Beschreibung des Abstrahlverhaltens im Nah- und Fernfeld als traditionelle Verfahren.

M. Sc. Tobias Glohr

### **Akustik als Aspekt von Hochwertigkeit im Nutzfahrzeug**

Bei der Entwicklung eines Fahrzeuges steigt in zunehmendem Maße der Anspruch an ein hochwertiges, einheitliches Erscheinungsbild. Insbesondere in der Nutzfahrzeugindustrie steigen die Anforderungen an das Interieur. Hintergrund ist die Erweiterung des Fahrerarbeitsplatzes zu einem mobilen Lebensraum. Ziel ist die Steigerung des Wohlbefindens und des Komforts sowie die Generierung von Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Wettbewerbern.

Ein Ansatz zur markenspezifischen Ausrichtung bietet die Mensch-Maschine Schnittstelle. Innerhalb dieser steht insbesondere die Entwicklung von Bedienelementen im Vordergrund. Neben haptischen und optischen Eigenschaften kann die Betätigungsakustik zur Markenspezifität und Hochwertigkeit beitragen. Diese Betätigungsakustik gilt es unter Berücksichtigung vorhandener Geräuschquellen im Fahrzeug zu optimieren bzw. aktiv zu gestalten.

Dipl.-Ing. Holger Heckelmüller

### **Schienenverkehrslärm am Beispiel von Rauheiten und Gleisabklingraten**

Zur Charakterisierung der Oberbausteifigkeit einer Eisenbahnstrecke ist die Messung der Gleisabklingraten (englisch: Track Decay Rates, kurz: TDR) ein etabliertes und anerkanntes Messverfahren, das seit 2008 in der Norm DIN EN 15461 festgeschrieben ist. Die Messung und Bewertung der Gleisabklingraten findet z. B. Verwendung bei der Zulassung von Schienenfahrzeugen nach der TSI Lärm oder TSI HS RST. Des Weiteren werden mittels der Gleisabklingraten Schallminderungsmaßnahmen am Oberbau wie beispielsweise der Einbau von Schienendämpfern untersucht.

Da die Gleisabklingraten frequenzabhängig (Terzbänder zwischen 80 Hz und 5 kHz) sind, waren in der Vergangenheit statistische Analysen von TDR-Messreihen nur schwer durchführbar und die Interpretation der Ergebnisse blieb erfahrenen Fachexperten vorbehalten. Zur einfacheren Datenverarbeitung fehlte ein belastbarer Einzahlwert – vergleichbar mit einem Schallpegel oder dem Rauheitswert  $L_{ACA}$  der Schienenfahrfläche.

Anhand einer Vielzahl von Messungen wurde ein TDR-Einzahlwert entwickelt und mittels Luftschallmessungen von Vorbeifahrten eines repräsentativen Zugkollektives validiert.

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krump

### **Die neuen Audiolabore der TH Deggendorf – Eigenschaften und Nutzung**

Seit etwa einem Jahr sind die neuen Audioräume der Hochschule in Betrieb. Diese bestehen aus einem Reflexionsarmen Raum, welcher ab 50 Hz Freifeldbedingungen aufweist und durch einen auslegbaren Boden von einem  $4\pi$ - zu einem  $2\pi$ -Raum umgewandelt werden kann. Neben einem Psychoakustiklabor gibt es zwei Tonstudios, eines für Radiobetrieb und Hörspielaufnahmen, eines für 3D-Surroundabmischungen mit zugehörigem Aufnahmezimmer. Ergebnisse können in einem eigenen 3D-Abhörzimmer mit 7.1-Lautsprecheraufstellung dargeboten werden. Die akustischen Eigenschaften der Räume und Ihre Verwendung in Lehre und industrienaher Forschung werden dargestellt.