

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

## **6. Deggendorfer Akustik-Seminar**

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

Tag: 06.12.2011

Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krump  
Email: gerhard.krump@hdu-deggendorf.de

Im Fokus des Seminars stehen aktuelle Entwicklungen, Methoden und Technologien der virtuellen Akustik. Sechs praxisbezogene Referate mit anschließender Diskussion geben Einblick in verschiedene industrielle Anwendungen computergestützter Simulationen. Hörbeispiele und Demonstrationen vermitteln anschaulich den Stand der Technik.

### **Agenda: „Virtuelle Akustik“**

- 09:30 – 09:35 Uhr Begrüßung**  
Prof. Dr. rer.nat. Reinhard Höpfl, Präsident der Hochschule
- 09:35 – 10:25 Virtuelle Produktentwicklung von Audio Systemen im Automobilbau**  
Dr. Alfred J. Svobodnik, Konzept-X, Karlsruhe
- 10:30 – 11:20 Automatisiertes Tuning von Audio Systemen im Automobilbau**  
Dipl.-Ing. Lars Kurandt, Harman International, Karlsbad
- 11:25 – 12:15 Tools und Methoden zur Optimierung von Fahrzeuginnengeräuschen**  
Dr.-Ing. Roland Sottek, HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath
- 12:15 – 13:30 Mittagessen in der Mensa**
- 12:45 – 14:00 Präsentation Demofahrzeug sowie Fahrzeuginnengeräuschsimulator**
- 14:00 – 14:50 Binaurale Audiotechniken im Überblick**  
Dipl.-Ing. Stephan Werner, Technische Universität, Ilmenau
- 14:55 – 15:45 Anwendungen der virtuellen Akustik**  
Dipl.-Ing. Christoph Sladeczek, Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie, Ilmenau
- 15:50 – 16:40 Berechnung von Schallfeldern im Freien und in Räumen in der industriellen Praxis**  
Dipl.-Ing. (FH) Mirco Ebersold, Müller-BBM, Planegg

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

# Abstracts

Dr. Alfred J. Svobodnik

## **Virtuelle Produktentwicklung von Audio Systemen im Automobilbau**

Die virtuelle Produktentwicklung enthält als Kerngedanken die Verwendung einer multidisziplinären Simulationsumgebung, um sämtliche Schritte des System Engineering virtuell abzubilden. Im ersten Schritt des Vortrages wird die Theorie eines multiphysikalischen Simulationsmodells für elektrodynamische Lautsprecher beschrieben. In weiterer Folge wird dann gezeigt wie diese Theorie erweitert wurde, um auch Effekte von Lautsprechergehäusen (insbesondere Resonanzvolumen für Basslautsprecher) zu berücksichtigen. Schließlich wird auch noch auf die Erweiterung zur Einbeziehung von akustischen Effekten des Hörraumes (Fahrzeugkabine) eingegangen. Weiters wird gezeigt, wie dieses multiphysikalische Modell des Soundsystems getunt und auralisiert werden kann, noch lange bevor jegliche Hardware existiert. Tuning und Auralisation erfordert die Erweiterung des multiphysikalischen Modells zu einem multidisziplinären Modell. Zusätzlich zum Bereich Engineering Analysis werden hier die Disziplinen digitale Signalverarbeitung, Psychoakustik, Binauraltechnik und subjektive Evaluierung hinzugefügt. Zusätzlich ist die Integration des Faktors Mensch (insbesondere die Wahrnehmung von Schallereignissen) während des Tuningvorgangs notwendig. Schließlich wird gezeigt, wie wir ein rein virtuelles Audiosystem mittels fortschrittlicher Auralisationsverfahren und einem binauralen Wiedergabeverfahren hörbar machen können. Zuletzt wird auch noch auf kommerzielle Vorteile sowie Unsicherheiten und Fehlerquellen eingegangen.

Dipl.-Ing. Lars Kurandt

## **Automatisiertes Tuning von Audio Systemen im Automobilbau**

Moderne Soundsysteme nutzen in der heutigen Zeit bis zu 20 Kanäle, um dem Fahrer und den Passagieren ein hochwertiges Hörerlebnis im Automobil zu ermöglichen. Neben der Anzahl der Wiedergabekanäle spielen verschiedene quellen- und abhörpositionsabhängige Systemeinstellungen eine große Rolle, so dass der Sounddesigner eine sehr hohe Anzahl an Parametern einstellen muss. Andererseits stehen Fahrzeugprototypen für eine gehörmäßige Abstimmung immer seltener und kürzer zur Verfügung. Daher wurde die Software Auravox entwickelt, die ein Soundsystem automatisch einstellt und somit die benötigte Zeit für den Sounddesigner erheblich verkürzt, um zu einem guten Ergebnis zu kommen.

Dr.-Ing. Roland Sottek

## **Tools und Methoden zur Optimierung von Fahrzeuginnengeräuschen**

In den letzten Jahren wurden viele Methoden entwickelt, um Fahrzeuginnengeräusche zu optimieren. Meilensteine waren die Binaurale Transferpfadanalyse und –synthese (BTPA und BTPS) zur Beschreibung der Quellen und der zugehörigen Transferpfade sowie die detaillierte Untersuchung der Abstrahlung von Teilflächen des Fahrzeuginnenraums und die Übertragung zu den Fahrerohren (Binaural panel contribution analysis: BPCA). Diese Verfahren erlauben nicht nur eine Bestandsaufnahme, sondern darüber hinaus eine gezielte Modifikation einzelner Schallbeiträge, um ein gewünschtes Zielgeräusch zu erzeugen. Die Validierung erfordert eine möglichst reale Geräuschwiedergabe, vorzugsweise in einem Fahrzeug unter dynamischen Fahrbedingungen oder für die zusätzliche Berücksichtigung von Vibrationen einen stationären Fahrsimulator. Das stationäre System gestattet die Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen der Wiedergabe von Geräuschen und tieffrequenten Vibrationen. Für Büroanwendungen existiert ein vereinfachtes interaktives System mit einer Geräuschdarbietung über Kopfhörer, welches beim Seminar präsentiert wird.

Dipl.-Ing. Stephan Werner

## **Binaurale Audiotechniken im Überblick**

Der Beitrag stellt die am Institut für Medientechnik der Technischen Universität Ilmenau verwendeten binauralen Aufnahme- und Wiedergabesysteme vor. Neben einer Einführung in relevante Grundlagen werden vor allem Problematiken bei der binauralen Synthese einer akustischen Szene thematisiert. Es wird auf die Notwendigkeit der Anpassung binauraler Systeme an den Hörer eingegangen. Weiterhin werden verschiedene Abhängigkeiten der Plausibilität der binauralen Wiedergabe aufgegriffen. Auf Basis von eigenen Untersuchungen werden das Zusammenspiel von wiederzugebendem Raum mit dem Abhörraum und audio-visuelle Effekte näher vorgestellt.

Dipl.-Ing. Christoph Sladeczek

## **Anwendungen der virtuellen Akustik**

In der Audiowiedergabe wird es in Zukunft immer mehr darum gehen, einen möglichst realistischen Raumklang zu erzeugen, damit für den Hörer ein Gefühl des natürlichen »Dabeiseins« entsteht. Dabei spielen die Schallwahrnehmung, die Simulation von Schallfeldern sowie Verfahren zur Ansteuerung von Mikrofon- und Lautsprecherarrays eine große Rolle. Anwendungen finden sich in verschiedenen Branchen wie z.B. bei der Beschallung, in der Unterhaltungselektronik, in Fahrzeug- sowie Maschinenbau.

Dipl.-Ing. (FH) Mirco Ebersold

## **Berechnung von Schallfeldern im Freien und in Räumen in der industriellen Praxis**

Die Berechnung von Schallfeldern nimmt auch im Themenfeld der Industrieakustik einen immer größeren Stellenwert ein, sowohl bei der schalltechnischen Planung und Auslegung von Neuanlagen, als auch für die lärmschutztechnische Sanierung bestehender Industriestandorte. Mit Hilfe von Schallausbreitungsberechnungen können die durch die Schallquellen einer Industrieanlage hervorgerufenen Schallimmissionen in der Umgebung ermittelt werden. Auf Grund einer teilweise sehr großen Anzahl von Einzelschallquellen und der großen Ausbreitungswege muss für solche Berechnungen auf vereinfachte Berechnungsverfahren zurückgegriffen werden, um den Rechenaufwand auf ein handhabbares Maß zu beschränken, aber dennoch belastbare Ergebnisse zu erhalten. Neben der Schallausbreitungsberechnung für freie Schallfelder spielt auch die Berechnung von Schallfeldern in Räumen eine wichtige Rolle, beispielweise zur Prognose der Geräuschentwicklung in einer Industriehalle oder in einem Kesselhaus. Der Vortrag soll einen praxisnahen Einblick in die Anwendung von Schallausbreitungsberechnungen im Freien und in Räumen aus dem Themenfeld der Industrieakustik liefern.