

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

11. Deggendorfer Akustik-Seminar

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

Tag: 06.12.2016

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

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

Agenda: „Akustische Simulationstechniken“

- 09:30 – 09:35 Uhr** **Begrüßung**
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krump
- 09:35 – 10:25** **Akustik-Simulation braucht Multiphysik**
Dr. Hinrich Arnoldt, Comsol Multiphysics GmbH, Göttingen
- 10:30 – 11:20** **Modalanalyse – Einblick in die Physik der Lautsprechermembrane**
Dipl.-Ing. Robert Schulze, Klippel GmbH, Dresden
- 11:25 – 12:15** **Auralisation – Brücke zwischen Lautsprecherdesign und Klangqualität**
Dipl.-Ing. Robert Schulze, Klippel GmbH, Dresden
- 12:15 – 13:30** **Mittagessen in der Mensa**
- 13:00 – 14:00** **Präsentationen**
- 14:00 – 14:50** **Anwendungen der Randelemente-Methode in der Akustik**
Prof. Dr.-Ing. Holger Waubke, Institut für Schallforschung, Wien
- 14:55 – 15:45** **Simulation und Auralisierung von Räumen**
Dipl.-Ing. Sebastian Goossens, Institut für Rundfunktechnik, München
- 15:50 – 16:40** **Transferpfadanalyse an rotierenden Systemen**
Dipl.-Ing. Stefan Kremer, Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH, Planegg
- 16:45 – 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

Dr. Hinrich Arnoldt

Akustik-Simulation braucht Multiphysik

In der Akustik spielen numerische Simulationen eine immer wichtigere Rolle: Simulationsmodelle können industrielle Entwicklungszyklen verkürzen und liefern Einblicke in die Mechanismen der Schallausbreitung. In vielen Fällen reicht aber die Beschränkung auf reine Akustik nicht aus, wenn beispielsweise Luftströmungen das Schallfeld beeinflussen oder thermische Verluste auftreten. Die Berücksichtigung aller Effekte für ein realistisches virtuelles Modell nennen wir Multiphysik. In diesem Ansatz liegt die Zukunft der Simulation, denn die Welt ist „multiphysikalisch“ – und die Möglichkeit der freien Kopplung aller Effekte eröffnet ein weites Forschungs- und Entwicklungsfeld für Akustiker.

Anhand von drei Beispielen - Lautsprecherdesign, medizinische Ultraschallbehandlung und Acoustic Streaming – werden die Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Multiphysik-Modellierung im Bereich Akustik beleuchtet.

Dipl.-Ing. Robert Schulze

Modalanalyse – Einblick in die Physik der Lautsprechermembrane

Mechanische Schwingungen sind beim Lautsprecher ebenso wichtig wie bei der Violine. Obwohl Musikinstrumente selten elektromechanische Wandler für die Erregung der mechanischen Schwingungen nutzen, bestehen jedoch viele Gemeinsamkeiten bei der Ausbreitung dieser Schwingungen auf einer Lautsprechermembran und dem Korpus einer Violine. Dabei gewinnen moderne numerische Simulationsverfahren (FEA, BEA) und berührungslose Messsysteme (Laservibrometer) bei Entwurf und Optimierung der mechanischen und akustischen Komponenten zunehmend an Bedeutung. Die Modalanalyse stellt eine wichtige Methode dar, um erwünschte Schwingungen zu fördern und andere Moden zu unterdrücken, die ungewünschte Harmonische, Intermodulationen und andere impulsive Verzerrungen erzeugen.

Dipl.-Ing. Robert Schulze

Auralisation – Brücke zwischen Lautsprecherdesign und Klangqualität

Das Verhalten von Lautsprechern im Großsignalbereich gewinnt für Entwicklung und Anwendungen eine immer größere Bedeutung. Traditionelle Ansätze, die den Lautsprecher als lineares System modellieren, besitzen in diesem Fall keine Gültigkeit. Nicht-lineare Effekte sowie thermische Einflüsse führen zu hörbaren Verzerrungen im Wiedergabesignal. Durch numerische Simulation der nichtlinearen Effekte kann das Lautsprecherverhalten in der Zielanwendung vorhergesagt werden. Die Auralisation des simulierten Systems dient als Basis der Bewertung des Lautsprechers durch Hörversuche oder perzeptive Modelle. Eine virtuelle Erhöhung oder Verminderung der separierten nichtlinearen Verzerrungen ermöglicht die Ermittlung von Hörbarkeitsschwellen sowie die Bewertung des Einfluss der dominanten nichtlinearen Effekte auf die Qualität des Lautsprechers.

Prof. Dr.-Ing. Holger Waubke, Dr. Wolfgang Kreuzer, Dr. Christian Kaseß

Anwendungen der Randelemente-Methode in der Akustik

Nach einem kurzen Überblick über die Randelemente-Methode (BEM, boundary element method) wird auf die Besonderheiten des numerischen Berechnungsverfahrens eingegangen. Hierzu gehören die Chief-Point Methode und die Burton-Miller-Methode für Berechnungen im Außenraum sowie die Fast Multipole Methode und die H-Matrizen zur wesentlichen Beschleunigung der Berechnung. Eine spezielle Problematik stellen die singulären Integrale bei der direkten Randelemente Methode dar. Ein großer Teil des Vortrages ist den Anwendungen gewidmet. Hier werden kurz Anwendungen im Bereich der Simulation der akustischen Abstrahlung von Lautsprechern, der Übertragung auf Mikrofon-Membranen und der Simulation von Lautsprecheranordnungen in Fahrzeugen erwähnt. Im Detail wird auf die Berechnung der Außenohrübertragungsfunktion beim Menschen für die Externalisierung und Lokalisierung von mittels Kopfhörern übertragenen Signalen eingegangen. Weitere Anwendungsgebiete sind die Simulation der Schirmwirkung von Lärmschutzwänden und die Erschütterungsübertragung in Böden.

Dipl.-Ing. Sebastian Goossens

Simulation und Auralisation von Räumen

Es ist das Ziel einer raumakustischen Simulation, vor dem Bau oder Umbau eines Raumes das Schallfeld in diesem Raum zu bestimmen. Dabei sollen störende akustische Effekte bereits bei der Planung erkannt und durch Änderungen in der akustischen Gestaltung minimiert werden. Die Auralisierung (Hörbarmachung) soll realitätsnah die akustische Situation im Raum wiedergeben und zur subjektiven Bewertung der Planung dienen.

Die eingesetzten Berechnungsverfahren reichen von einfachen Schallausbreitungsmodellen bis hin zu anspruchsvollen wellentheoretischen Ansätzen. Es wird auch das Konzept des am IRT entwickelten Computerprogramms AUVIS (Auralisation Virtueller Studios) vorgestellt, das sowohl in Tonregieräumen als auch in Büroräumen bewiesen hat, wie gut die Simulation mit der später gebauten Realität übereinstimmt.

Dipl.-Ing. Stefan Kremer

Transferpfadanalyse an rotierenden Systemen

Die Transferpfadanalyse (TPA) ist heute ein fester Bestandteil der versuchsgestützten Untersuchung von Übertragungspfaden sowohl von Luft- als auch Körperschall in Maschinen und Fahrzeugen. Seit der Einführung der Netzwerkanalogie im Maschinenwesen wurden mannigfaltige Ansätze zur TPA entwickelt und haben den Sprung von der Forschung in industrielle Anwendungen gefunden. Es existieren somit viele Möglichkeiten, die Übertragungspfade in komplexen Strukturen besser zu verstehen, voneinander zu separieren und bei Bedarf gezielt zu beeinflussen – sowohl konstruktiv, als auch virtuell. Insbesondere in der Vorentwicklung des Antriebstrangs von Fahrzeugen haben sich daraus unterschiedliche Methoden zur Geräuschsimulation etabliert. Da Fahrzeugantriebe in der Regel aus verschiedenen rotierenden Teilen bestehen (z.B. Kupplung, Getriebe und Kurbelwelle) eignen sich insbesondere spezielle Rotationsanalysen zur Identifizierung geeigneter Eingangsgrößen für die TPA.