



21. bis 24. März 2011

Programm



Programmheft

37. Deutsche Jahrestagung für Akustik - DAGA 2011

Homepage: <http://www.daga-tagung.de/2011>

E-Mail: info2011@daga-tagung.de

Veranstalter:

- Fachhochschule Düsseldorf,
Institute of Sound and Vibration Engineering (ISAVE)
- Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf,
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)

unter Mitwirkung von:

- Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)
- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE
- NALS im DIN und VDI

Impressum:

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

- Geschäftsstelle -

Dr. Martin Klemenz

Voltastraße 5

Gebäude 10-6

13355 Berlin

Tel. +49 (0)30 / 46 06 94-63

Fax +49 (0)30 / 46 06 94-70

Homepage: <http://www.dega-akustik.de>

E-Mail: dega@dega-akustik.de

Kontakttelefon und -fax während der Tagung:

werden in Kürze auf der Webseite

<http://www.daga-tagung.de/2011> bekannt gegeben

Druck:

Druckhaus Galrev, Berlin

Inhaltsverzeichnis

Zeitpläne	4
Grußwort der Tagungsleitung	18
Hinweise zur Tagung	20
Preise der DEGA	32
Plenarvorträge	34
Vorkolloquien Montag	39
Lärmwirkungen	39
Strömungsakustik	45
Tonstudioteknik und Elektroakustik	50
Fachvorträge und Poster Dienstag	54
Elektroakustik 1 - Beschallung	54
FORLärm	59
Fahrzeugakustik 1 - Elektro	64
Fahrzeugakustik (Poster)	65
Bauakustik 1 - Regelwerk	66
Bauakustik 2 - Messverfahren	69
Bauakustik (Poster)	71
Verkehrslärm 1	72
Messmethoden der Strömungsakustik	78
Strömungsakustik (Poster)	81
Strömungsakustik der Turbomaschinen	82
Wahrnehmung und Wirkung von tieffrequentem Schall	84
Signalverarbeitung 1	87
Signalverarbeitung (Poster)	89
Soundscapes	91
Sounddesign	94
Sounddesign (Poster)	96
Maschinenakustik	97
Maschinenakustik (Poster)	103
Geschichte der Akustik	103
Robuste Spracherkennung	109
Schwingungstechnik	113
Schwingungstechnik (Poster)	115
Zerstörungsfreie Materialprüfung	117
Hydroakustik/Unterwasserakustik 1	120
Virtuelle Akustik 1	122
Bauen in akustisch belasteten Gebieten –	
Lärmaktionsplanung	127
Internalisierung externer Verkehrslärmkosten	129

Stimme und Gesang	131
Ich kann so nicht spielen - Akustik und Musikergesundheit .	136
Fachvorträge und Poster Mittwoch	138
Elektroakustik 2 - Mikrofone	138
Raumakustik 1	139
Raumakustik (Poster)	143
Neue ITU-Empfehlungen zur Evaluierung von Sprach-, Audio- und Videoqualität	145
Sprache im Kfz	148
Sprachverarbeitung (Poster)	150
Fahrzeugakustik 2 - Geräusche	151
Bauakustik 3 - Messverfahren	154
Bauakustik 4 - Methoden	155
Bauakustik 5 - Trittschall	158
Messung Fluglärm	160
Lärm von Großanlagen	162
Psychoakustik 1 - Perception	167
Psychoakustik 2 - Monaural	172
Psychoakustik (Poster)	176
Signalverarbeitung 2	178
Numerische Akustik 1	185
Numerische Akustik 2 - Methoden	187
Numerische Verfahren	192
Numerische Optimierung in der Akustik	194
Aktive akustische Systeme	199
Maschinendiagnose und Strukturüberwachung	201
Physik der Musikinstrumente	207
Physik der Musikinstrumente (Poster)	213
Hydroakustik/Unterwasserakustik 2	214
Ultraschall 1	220
Ultraschall (Poster)	221
Virtuelle Akustik 2	222
Virtuelle Akustik (Poster)	229
Lärm am Arbeitsplatz	231
Lehre der Akustik	236
Lehre der Akustik (Poster)	237
Audiologische Akustik	238
Audiologische Akustik (Poster)	244
Fachvorträge Donnerstag	247
Raumakustik 2	247
Raumakustik 3	249

Fahrzeugakustik 3 - Schiene	253
Fahrzeugakustik 4	256
Bauakustik 6 - Trittschall	260
Bauakustik 7 - Einbauten	263
Verkehrslärm 2	266
Individuelle Lärmbelastung	268
Physikalische Akustik	270
Psychoakustik 3 - Binaural	271
Psychoakustik 4 - Lokalisation	273
Sprachverarbeitung	278
Numerische Akustik 3 - Fahrzeuge	284
Numerische Akustik 4 - Fluid	286
Adaptronische Ansätze zur Lärm- und Schwingungsminderung	290
Technische Akustik	297
Musikalische Akustik	303
Körperschall	305
Ultraschall 2	309
Virtuelle Akustik 3	315
Strömungsakustik	317
Akustische Messtechnik	321
Lagepläne	331
Verzeichnis der Autoren	335
Sitzungen während der Tagung	345
Anmeldeformular	346

Montag, 21. März 2011

	Vorkolloquium: Lärmwirkungen - aktuelle Themen zu Arbeitslärm, Schienenverkehrslärm, Kinder und Lärm
	Hörsaal 3H
12:00	Maue: Rechtliche Vorgaben und Normen für die Lärmmessung an Arbeitsplätzen (39)
12:25	Liedtke: Grundlage und Nutzen der Effektiven Lärmdosis (39)
12:50	Milde: Ototoxizität - ein neuer Aspekt bei der Lärmprävention? (40)
13:15	Pause
13:30	Möhler: Zur Auswahl von akustischen Kennwerten für Lärmwirkungsstudien (41)
13:55	Schreckenberg: Belästigung und berichtete Schlafstörungen durch Schienenverkehrslärm im Rheintal (41)
14:20	Müller: Auswirkungen des nächtlichen Bahnlärms auf den Schlaf: Ergebnisse einer Feldstudie im Köln-Bonner Raum (42)
14:45	Pause
15:00	Praml: Kreativer Lärm in der Grundschule: Schallpegel am Kinder-Ohr liegt 6 dB über ortsfester Messung (42)
15:25	Haas: Hörschädigungen im Kindesalter aus medizinischer Sicht (43)
15:50	Leonhardt: "All inclusive" trifft selten zu! Wo sind die Klippen der Integration von Kindern und Jugendlichen mit Hörschädigung in allgemeine Einrichtungen? (43)
16:15	Schulte-Fortkamp: Kinder, Lärm, Lebenswelten und das "Soundscape" (44)

	Vorkolloquium: Strömungsakustik
	Hörsaal 2B
13:10	Kameier: Von der Strömungsmechanik zur Strömungsakustik (45)
13:40	Sarradj: Charakterisierung von aeroakustischen Schallquellen mit Mikrofonarrays (46)
14:10	Pause
14:20	Giesler/Geyer: Grundlagen zur Aeroakustik von Tragflügel- und Schaufelprofilen (46)
14:50	Blumrich: Strömungsakustik von Fahrzeugen (47)
15:20	Pause
15:30	Schönwald/Kameier: Strömungsakustik und "Low Noise Design" bei Radialventilatoren (48)
16:00	Sternel: Grundlagen zur Simulation gekoppelter Problemstellungen (48)
16:30	Heinze/Wagner: Strömungsakustische Quellenbeschreibung mittels RANS unter ANSYS Workbench (49)

	Vorkolloquium: Tonstudioteknik und Elektroakustik
	Hörsaal 2A
12:00	Niehoff: Vom Wackelkontakt zum Digitalen Mikrofon (50)
12:25	Faller/Wittek: Richtrohr-Mikrofon mit digital erhöhter Richtwirkung (50)
12:50	Goertz/Makarski/Feistel: Welche Lautsprecherdaten werden für eine aussagekräftige Simulation benötigt? (50)
13:15	Pause
13:30	Behler/Pollow/Pomberger/Zotter: Aufnahme und Wiedergabe von Schallfeldern mit Kugelarrays (51)
13:55	Klippel: Statische und dynamische Messung der nichtlinearen Kraftfaktorkennlinie $Bl(x)$ in Lautsprechersystemen (51)
14:20	Weinzierl: Binaurale Aufnahmeverfahren – Probleme und Lösungsansätze (52)
14:45	Gier: Der Phonitor – Das Erstellen von Audiomischungen über Kopfhörer (52)
15:10	Pause
15:25	Goebels/Goossens: Akustik im Rundfunk - im Wandel verschiedener Nutzungsprofile (52)
15:50	Völker: Akustische Anforderungen und Konsequenzen für den Studiobau (53)
16:15	Leckschat/Meyenberg/Versümer: Konzeption und Aufbau eines Hörlabors mit einem Wellenfeldsynthesesystem (53)

13:00 - 17:00 Uhr, Hörsaal 2C: Workshop Ultraschall

15.30 - 17:00 Uhr, Hörsaal U1.46: Young Professionals Icebreaker (26)

17:00 Uhr, Hörsaal 2D: **DEGA-Mitgliederversammlung**

Dienstag, 22. März 2011

Hörsaal 3A

9:00 Eröffnung und Preisverleihung

- Grußworte und Musik
- Verleihung der Helmholtz-Medaille an Prof. Dr. Judith Lang (siehe S. 32 und Vortrag um 11:00 Uhr)
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises an Dr. Sascha Spors (siehe S. 33 und Vortrag um 11:30 Uhr)
- Verleihung der DEGA-Studienpreise an Dipl.-Ing. Daniel Deboy und Dipl.-Ing. Sebastian Mathiowetz (siehe S. 33)

10:30 Kaffeepause

11:00 Plenarvortrag J. Lang: „Schallschutz in Europa - was ist erreicht, was fehlt noch zur europäischen Gemeinschaft“ (34)

11:30 Plenarvortrag S. Spors: „Schallfeldsynthese: Stand der Technik und Perspektiven“ (35)

anschl. **Sektempfang** im Foyer

13:00 Young Professionals Meeting im Raum U1.46 (26)

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Elektroakustik 1	FORLärm	Bauakustik 1	Verkehrslärm 1	Messmeth. Ström.-ak.	Tieffreq. Schall	Soundscapes
14:00	Seidler: DIN 18040 u. Akustikplanung (54)	Putner: Beitragsanalyse (59)	Hilz: DIN 4109 (66)	Kluth: Geräuschemission Straßen (72)	Riegel: Schallq.-ortung Windkanal (78)	Krahé: Tieffreq. Lärm Situationsbericht (84)	Genuit: Soundscape and applicability (91)
14:25	Goertz: Beschallung schwieriger Räume (54)	Biermeier: Fahrzeugklimasysteme (60)	Grigo: Bewertungsfragen Gutachten (66)	Vogelsang: Beeinträchtigung Quellarten (73)	Funke: CROR Windkanal Messungen (78)	Döring: Tieffreq. Schall in Audiometrie (85)	Acloque: Soundscape project validation (91)
14:50	Schmitz: Beschallung Bahnhöfe (55)	Businger: Beurteilung Corcos-Modell (60)	Hettler: Geschuldeter Schallschutz (67)	Kühner: Effizienz Schallschirme (73)	Siller: Quellenlokalisierung Überflug (79)	Uppenkamp: fMRT von Lautheit (85)	Piwonski: Audio Islands Nauener Platz (92)
15:15	Shabalina: Propagation through crowds (55)	Schimmelpfennig: Helmholtz-Resonator (61)	Schmitz: DEGA-Schallschutzausw. (67)	Hoislbauer: Tunnellärm (74)	Geyer: Leiser Eulenflug (79)	Weigler: Wahrnehmung tieffreq. Lärm (86)	Koh: Soundscape in train (92)
15:40	Behler: Infotainment-Modell (56)	Grabinger: FEM rotierende Systeme (62)	Vergara: Brazilian Standard NBR15575 (68)	Pause	Henning: PIV Aeroakustik Freistrahler (80)	Pause/Poster	Rycharikova: Soundscape in Restaurants (93)
						Signalverarbeitung 1	
16:05	Sukalo: Lautsprecherkabel Geometrie (56)	Horn: Lärm von Lüftungsanlagen (62)	Pause/Poster	Schädlich: Lärmschutzwände tieffreq. (74)	Busse: Rechteckige Strömungskanäle (81)	Graf: Akustisches Tunnelmonitoring (87)	Pause/Poster

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44	U1.21
	Maschinenakustik	Geschichte der Akustik	Robuste Spracherk.	Materialprüfung	Virtuelle Akustik 1	Belastete Gebiete	Stimme u. Gesang
14:00	Von Wagner: Bremsenquietschen (97)	Kohlrausch: Geschichte Lauthheit (103)	Kitzig: Robuste Erkennungssysteme (109)	Gaal: Polypropylen-Wandler (117)		Lehming : Planen und Bauen (127)	Rosslau: Schauspieler und Sänger (131)
14:25	Marburg: Flächenbeitrag Schallleistung (98)	Kordon: Rehabilitationsgeräte (104)	Maas: Reverbération Modelling (110)	Harrer: Thermoakustik Luftultraschall (117)	Bernschütz: Temperatur bei Mikr.-arrays (122)	Hintzsche: Lärmbilanz 2010 (127)	Echternach: Vokaltrakt von Tenören (132)
14:50	Blum: Schallleistung E-Maschinen (98)	Hoffmann: Vocoder-Geschichte (104)	Moritz: Modulation Features ASR (111)	Gravenkamp: Lambwellen für ZfP (118)	Helwani: Microphone Arrays Calibration (123)	Richard: Gute Lärminderungsplanung (128)	Langenbruch: Registerübergänge (133)
15:15	Bösing: Elektrischer Traktionsantriebe (99)	Schneider: Geschichte Kondens.-mikrofon (105)	Schädler: ASR mit Gaborfilterbank (111)	Kümmritz: Oberflächenimpedanz (118)	Völk: Dynamik Impulsantworten (123)	Kögel: Lärmschutz Beispiel HafenCity (129)	Eckers: Singstimmseminar (133)
15:40	Lauer: Getriebeakustik (100)	Völker: Großraumbüro Raumakustik (105)	Heckmann: Spectro-Temporal Features (112)	Tschöpe: Akustische Mustererkennung (119)	Faller: Simulating Directive Microphone (124)	Pause	Otten: Vocal fold simulation (134)
						Internalis. ext. Kosten	
16:05	Meister: Photovoltaikwechselrichter (100)	Zenetti: Geschichte des Schüllärms (106)	Nallasamy: Probabilistic Front-Ends (112)	Völz: Visualisierung Ausbreitung (119)	Noisternig: Radiation pattern analysis (124)	Ohlau: Gesundheitskosten des Lärms (129)	Pause

Dienstag, 22. März 2011 (Fortsetzung)

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Elektroakustik 1	FORLärm	Bauakustik 2	Verkehrslärm 1	Turbo- maschinen	Signalverarbeitung 1	Sound- scapes
16:30	Pause	Gabriel: FE Open-SourceSEA (63)	Stange-Kölling: Vergleichsmessungen 2010 (69)	Kokavec: Schallschutzwand mit Aufsatz (75)	Pause/Poster	Kortlang: Hierarchical sound classific. (87)	Voigt: Evaluation warning signals (93)
16:55	Kunkemöller: SRF variable RC1 (57)	Pause/Poster	Geyer: Schallmessungen in Gebäuden (69)	Chudalla: Interferenzschalldämpfer (76)	Bassetti: Time-domain CAA Solver (82)	Wankhammer: Segments and Genre (88)	Talasz: Wahrnehmbarkeit Warnsignale (94)
		Fahrzeugakustik 1					Sound- design
17:20	Dietrich: FRF variable RC 2 (58)	Mell: NVH E-CELL A-Klasse (64)	Arnold: Übertr.-funktionen Massivbauten (70)	Jäschke: Lärmkartierung 2012 (76)	Grohmann: Schall in Seitenkanalgebläsen (82)	Strobl: SpeechID (88)	Raffaseder: Audio 3.0 (94)
17:45	König: Kopfhörer 3D-Sound (58)	Küppers: Zielgeräusche Elektrofahrz. (64)	Geyer: Leichtbauprüfstand in Dübendorf (70)	Probst: Genauigkeit bei Lärmprognosen (77)	Gerhard: Hinterkantenauflösen (83)		Stadtschnitzer: Game machine 3D-Audio (95)
18:10	Zurbrugg: Active control transducers (59)	Teller: Elektromobilität (65)	Bietz: Schall in Leichtbaustrukturen (71)	Koehler: Lärmschutz und Luftreinhaltung (77)	Zayani: Ventilatoren zur Motor- kühlung (84)		Jaksche: Wirkung Auditory Displays (95)

		Fahrzeugakustik (Poster)	Bauakustik (Poster)		Strömungsakustik (Poster)	Signalverarbeitung (Poster)	Sound-design (Poster)
15:40-17:20		Xiao: Mid-frequency Analysis (65)	Batko: Interval Arithmetic in Uncertainty (71)		Hobracht: Turbulenzgitter (81)	Spiertz: Score Informed Sparseness (89)	Seebode: Bewertung Systemmeldungen (96)
15:40-17:20			Herget: Dämpfung von Luftdurchlässen (72)			Pollow: Audio über Ethernet (89)	Stamm: Synthese Force-Feedback (96)
15:40-17:20						Kruse: Quellenortung im Freiland (90)	

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44	U1.21
	Maschinenakustik	Geschichte der Akustik	Robuste Spracherk.	Materialprüfung	Virtuelle Akustik 1	Internalis. ext. Kosten	Stimme u. Gesang
16:30	Pause/ Poster	Mehra: Geschichte der Lehre (106)	Schmalenströer: Acoustic Categories (113)	Pause	Pause	Lindmaier: Landeentgelte / Luftverk.-steuer (130)	Zeise: Das Vokophon (134)
			Schwing.-technik	Hydroakustik 1			
16:55	Sinamari: Körperschallbed. Geräusche (101)	Haverkamp: Farbe-Ton-Forschung (107)	Pause/ Poster	Nissen: Unterwasserkanalschätzung (120)	Deboy: Tangential-Intensity Algorithm (125)	Jäcker-Cüppers: Trassenpreise (130)	Kreuzer: Pol-Nullst. Vokaltraktmodell (135)
17:20	Pondrom: Beschl.-aufnahme-Arrays (102)	Fricke: Formantgesetze (108)	Luegmair: Shakerver-suche Tanksysteme (113)	Schröder: Kanalcodierung Unterwasser (121)	Pelzer: Number of necessary rays (125)	Giering: Wirkungs-bezogener Index (131)	Sciri: Singing Voice Vibrato (135)
							Musiker-gesundheit
17:45	Lohmann: Modal density estimation (102)	Weinzierl: Teatro Olimpico (108)	Gude: Bie-geresonanz-prüfstand (114)	Stiller: Taucher-detektion (121)	Wefers: Natural sound sources (126)		Lorenz-Kierakiewitz: Orchester-podien (136)
18:10		Költzsch: Carl F. Sondhaus (109)	Durrani: Active Vibration Control (115)	Küter: Array Sonardetek-tion (122)	Röhrbein: Auditory RIR reduction (126)		Schuppert: Hochtון-audiometr. Musiker (137)

	Maschinenakustik (Poster)		Schwing.-technik (Poster)				
15:40-17:20	Skowronek: Akustik von Sondergetrieben (103)		Bschorr: Deviationswelle (115)				
15:40-17:20			Hempel: Modell Clamp-On-Systeme (116)				

Mittwoch, 23. März 2011

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Elektroakustik 2	Neue ITU-Empfehlg.	Bauakustik 3	Messung Fluglärm	Psychoakustik 1	Signalverarb. 2	Numer. Akustik 1
08:30		Norrenbrock: Synthetic Speech Qu. (145)			Blauert: Hörwelt perzeptiv-nistisch (167)	Balazs: Ent-rauschen in Zeit-Frequenz (178)	Piscoya: Schalldäm-mung von Platten (185)
08:55		Hinterleit-ner: TTS Quality Prediction (145)		Isermann: Vorstellung DIN 45643 (160)	Menzel: Au-diovisuelle Interaktio-nen (168)	Wang: De-noising Sweep Meas. (178)	Al-Kharab-shah: Sensitivity Analysis Optim. (185)
09:20	Merkel: Virtuelle Mikrofone (138)	Berger: POLQA and VQuad-HD (146)	Niermann: Prüfstand Deckensysteme (154)	Vogelsang: Fluglärm (160)	Schepker: Messung/ Modell Höranstren-gung (168)	Scharrer: Coherence Estimate Function (179)	Pohl: Edge diffraction validation (186)
09:45	Riemann: Steuerung Koinzidenz-mikrofon (138)	Möller: Endgeräte im E-Modell (147)	Korany: Absorption of Wooden Structures (154)	Myck: Emissionen Luftfahrzeu-ge (161)	Fastl: Knall-haftigkeit (169)	Ritter: Phasenmo-dulierter Ultraschall (180)	Schaal: Unscharfe Parameter (186)
10:10	Domke: Synthese Richtcha-rakteristiken (139)	Raake: Wideband E-Modell (147)	Ruff: Leichte Installati-onswände (155)	Hemmer: Autom. Fluglärm-klassifika-tion (161)	Töpken: Bewertung Multiton-signale (170)	Stenzel: Teleconfe-rence System (180)	Biermann: Krylov Subspace Recycling (187)
10:35			Produkt-forum (26)				

11:00 Hörsäle 3A und 3D: **Plenarvortrag S. Schwarze: „Lärmschwerhörigkeit - eine (un)endliche Geschichte“ (35)**

11:45 Hörsäle 3A und 3D: **Plenarvortrag J. Delfs: „Strömungsgeräusche - Beschreibung und Minderung mittels numerischer und experimenteller Simulation“ (36)**

12:30 **Mittagspause**

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Raumakustik 1	Sprache im Kfz	Bauakustik 4	Lärm Großanlagen			Numer. Akustik 2
14:00	Lautenbach: Diffusität im Nachhallraum (139)	Fischer: SRT-basierte Qualität (148)	Schneider: Estrich mit Schall-brücke (155)	Martinez: Fremdgeräuschkor-rektur (162)	Altinsoy: Tastenge-räusche (170)	May: Binaurale Sprechere-erkennung (181)	Ochmann: Akust. Greensche Funktionen (187)
14:25	Witew: Raumak. Messunsicherheit (140)	Lepage: Bluetooth Speech Quality (148)	Schmelzer: Systemiden-tifikation mit TSEA (156)	Fabris: Fortschritt Outdoor-Richtlinie (163)	Ellermeier: Wechsel-richter-Geräusche (171)	Schwyrz: Lokalisati-onsmodell Echtzeit (181)	Waubke: Wellen in Medien (188)
14:50	Knüttel: Unsicherh. Richtcha-rakteristik (141)	Yu: Speech Quality Assessment (149)	Vogel: Charakt. Körperschallquel-len (156)	Bartel: Schorn-steinfeger-messung (163)	Fischer: PEAQ / Hör-versuche (171)	Gerlach: Localising multiple speakers (182)	Kaltenbacher: PML and ABC Formul. (189)

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44	U1.21
	Numer. Verfahren	Aktive Systeme	Physik der Musikins.	Hydroakustik 2	Virtuelle Akustik 2	Lärm am Arbeitspl.	Lehre der Akustik
08:30	Blanchet: Engine noise radiation (192)		Bamberger: Wirbelschall der Flöte (207)	Ehrlich: Killerwal jagt Königslachs (214)	Enzner: HRTF Range-Acquisition (222)	Maue: Extraaurale Lärmwirkungen (231)	
08:55	Blanchet: Ships Insulation Design (192)	Kletschkowski: AVC, ASAC oder ANC? (199)	Baumgart: Geometrie Blasinstrumente (207)	Homm: Wasser-schallreduzierung (215)	Borß: Near Field Model (223)	Waldmann: Betriebl. Lärmschutz-progr. (231)	
09:20	Henke: Discontin. Galerkin Verfahren (193)	Widjaja: ANC in Schlafräumen (200)	Angster: Klangver-schmelzung Pfeifen (208)	Schäl: Was-serschall Forschungs-schiff (216)	Borß: Near Field Evaluation (223)	Wahler: Lärm in Hubschrau-bern (232)	
09:45	Sachs: Wellen-durchgang/-reflexion (193)	Jakob: Antischall-fenster (200)	Pitsch: Einfluss Ström.-bedingung (208)	Schmidtke: Zielpegel-messungen im Fjord (216)	Spors: Far-field HRTFs (224)	Paulsen: Lärmbelas-tung Lokführer (232)	Thoden: Praktische Lagerdia-gnose (236)
10:10	Blanchet: Windnoise vehicle contribution (194)	Vogel: ANC on streets (201)	Paál: CFD-Simulation Orgelpfeifenfuß (209)	Abshagen: Tieffrequen-te Korrelation (217)	Masiero: Bin. Kopfhörer-Entzerrung (224)	Joller: Lärm an Musik-schulen (233)	Becker-Schweitzer: Expert Aural Training (237)

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44	U1.21
	Numer. Optimierung	Maschinen-diagnose					Audiolog. Akustik
14:00	Schedlinski: Fluid/Struktur-Analysen (194)	Vorländer: Maschinen-diagnose (201)	Abel: Inter-mittency in Synchroniz. (209)	Schäfer: Alternative Ansatzfunk-tionen (217)	Heß: Vergleich Head-Tracker (225)	Neumann: Lärm in Schulen und Kitas (234)	Schmidt: Definition Normhör-schwellen (238)
14:25	Zaleski: Beugungs-kantenaus-legung (195)	Franck: Zustands-diagnose PMSM (201)	Ziegenhals: Saitenhalter Streichin-strumente (210)	Will: Strömungs-akust. Experiment (218)	Schoeffler: Vergleich CPU/GPU Aurais. (225)	Sukowski: Begutach-tung Schwerhö-rigk. (234)	Sankowsky-Rothe: Hörgeräte-Entzerrung (239)
14:50	Dannemann: Faserver-bundpropeller (196)	Heider: Zahnrad-prüfstände (202)	Richter: 3D FEM Gitarre (210)	Sievertsen: Hydroakus-tische Wandler (218)	Melchior: Massive Multich. Simulation (226)	Sickert: Kommunika-tion Hörminde-rung (235)	Nitzschner: Unterstüt-zung in Audiogerä-ten (240)

Mittwoch, 23. März 2011 (Fortsetzung)

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Raumakustik 1	Sprache im Kfz	Bauakustik 4+5	Lärm Großanlagen	Psychoakustik 2	Signalverarbeitung 2	Numer. Akustik 2
15:15	Meyer: 3D-Arrays Raumakustik (141)	Gierlich: Test Signal Speech (149)	Höller: Inverse Force Determin. (157)	Trimpop: Klassifiz. Mündungsknalle (164)	Pause/ Poster	Makarski: Detektion Schiffshörer (182)	Rong: Diffuse field simulation (189)
15:40	Pause/ Poster	Wolff: Receive side equalization (150)	Pause	Hirsch: Lärmmanagement Schießplatz (165)	Hots: Lautheit subkrit. Geräusche (172)	Pause	Pause
16:05	Rescheleit: Unsicherheit akust. Parameter (142)	Pause/ Poster	Wittstock: Eigenschaft. Normhammerwerk (158)	Pause	Heeren: Lautheit Frequenzkomponenten (173)	Rasumow: Positionierung Mikrofonarrays (183)	Stütz: Dual Surface Methode (190)
		Fahrzeugakustik 2					
16:30	Ahnert: Tools für Simulation (142)	Fiebig: Außengeräusche Elektrofz. (151)	Bütikofer: Gehschall-Hammerwerk (158)	Knauß: Lärmmanagement Tagebau (165)	Oetjen: Spektrtemp. Modulationen (173)	Marquardt: Binaural Noise Reduction (183)	Beck: Optimierung Topologie- derivate (190)
16:55	Müller- Trapet: Streugrad Sabine Eyring (143)	Letens: Ohrendruck (152)	Scholl: Neues vom Gehschall (159)	Hirsch: Zusatzdämpfung Wald (166)	Marschall: Modeling selectivity estimates (174)	Pollow: Continuous HRTFs (184)	Steuck: Vorkond. Multipole- Methode (191)
17:20		Altinsoy: Sportlichkeit Motorstart (152)	Rabold: Korrelation Trittschall (159)	Späh: Abschirmung durch Hecken (166)	Ewert: Auditory processing model (174)		
17:45		Großmann: Motorrauhigkeit (153)		Krump: Volksfest- Geräusche (167)	Epp: Cochlea- mechanik (175)		

	Raumakustik (Poster)	Sprachverarbeitung (Poster)			Psychoakustik (Poster)		
15:15-16:55	Jungmann: Listening Room Compensation (143)	Hannon: Excitation Signal Generation (150)			Ernst: Gestörter CMR (176)	Schmidhuber: Ventriloquismus (176)	
15:15-16:55	Marros: Quality musical education (144)				Josupeit: Comodulation masking release (177)	Ramirez: Microscopic Intelligibility SII (177)	
15:15-16:55	Nocke: Temporäre Spielstätte (144)						

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44	U1.21
	Numer. Optimierung	Maschinen-diagnose	Physik der Musikins.	Hydro-akustik 2	Virtuelle Akustik 2	Lärm am Arbeitspl.	Audiolog. Akustik
15:15	Tschesche: Leiterbahnlayerschalung (197)	Lindner: Diagnose an Vorschubachsen (203)	Pfeifle: Sound hole measurements (211)	Schaer: Optisches Hydrophon (219)	Pause/Poster	Jorczyk: Kleiner Baubetrieb (236)	Geißler: Anpassung Sprachaudiometrie (240)
15:40	Pause	Spiertz: Source Separation (203)	Pause/Poster	Söhnholz: Stoßwellen Blasenkolaps (219)	Ahrens: Streuung (226)	Pause	Pause/Poster
16:05	Pöllmann: Optimierung verteilter Tilger (197)	Pause	Bader: 5-sound hole vihuela (211)	Pause/Poster	Peters: Doppler compensation in ViMiC (227)		Rader: Simulationen mit EAS (241)
				Ultraschall 1			
16:30	Kabel: Optimization Acoustic Trims (198)	Baltes: Prognoseorientierte Diagnose (204)	Schöpf: Streichbogen Teiltöne filtern (212)	Bischoff : Modenwandlung an Rissen (220)	Zotter: Abstrahlung Kugellautsprecher (227)		Fredelake: Sprachverständlichkeit mit CI (242)
16:55	Ranjbar: Strukturakustik Optimierung (198)	Holstein : Maschinendiagnose Ultraschall (205)	Kappel: Multichord Measurements (212)	Lenz: Krümmungsmessung (220)	Kerscher: Kugellautsprecheranordnung (228)		Fedtko: Zentrum Gehörg.-sonden (242)
17:20		Mayer: Methoden Strukturüberwachung (205)	Schiema: Akustik der Guzhang (213)	Mettin: Einzelblasentranslation (221)	Frank: Source-width measure (228)		Dalga: ANC Hearing Aids (243)
17:45		Lilov: Strukturüberwachung an CFK (206)		Pause/Poster			Stirnemann: Mittelohrmodell (244)

			Physik der Musikins. (Poster)	Ultraschall (Poster)	Virtuelle Akustik (Poster)	Lehre der Akustik (Poster)	Audiolog. Akustik (Poster)
15:15-16:55			Ohno: Impedanz Blasinstrumente (213)	Sánchez Márquez: Gießtechnol. (221)	Bernschütz: Limitierung Amplit.-verstärkung (229)	Dietrich: MATLAB ITA-Toolbox CTC (237)	Becker: Auditorisches Netzwerkmodell (244)
15:15-16:55			Josten: Tonabnahmesystem (214)		Lindner: Simul. Wellenfeldsynthese (229)	Paul: ITA-Toolbox im Grundlagenkurs (238)	Tessendorf: Kontextererkennung für Hörgeräte (245)
15:15-16:55					Werner: Headphone auralization (230)		Klein: Individualization HRTF (246)

Donnerstag, 24. März 2011

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Raumakustik 2	Fahrzeugakustik 3	Bauakustik 6	Verkehrslärm 2	Psychoakustik 3	Sprachverarbeitung	Numer. Akustik 3
08:30	Haltenorth: Büroraumakustik (247)	Eichenlaub: Einfluß der Schienenrauh. (253)	Bethke: Trittschallmessungen Modell (260)				
08:55	Schröder: Mehrpersonenbüro Raumak. (247)	Czolbe: Lärmrarrer Gleisoberbau (253)	Rümler: Optim. Holzbalkendecken 1 (260)	Lenz: Schienenverkehrslärm (266)	Völk: Lautheit Lautspr./Kopfhörer (271)	Hoeldtke: Interacting conversation (278)	Betgen: BEM automotive engine (284)
09:20	Walter: Sprachverständl. Schulräume (248)	Marter: Eisenbahngleismodell (254)	Seidel: Optim. Holzbalkendecken 2 (261)	Schreckenberger: Akzeptanz passive Maßn. (266)	Verhey: Binaurale Tonhaltigkeit (272)	Dau: Predicting speech intelligibility (278)	Bartolomaeus: Quellenbeschreibung (284)
09:45	Krump: Sprachverständlichkeit Hörsäle (248)	Belleville: Curve squeal control (254)	Mayr: Holzbalkendecken Sanierung (261)	Schmook: Reaktionsmuster Kfz (267)	Nitschmann: Binaurale Verdeckungsmuster (272)	Simon : Sprachverständlichkeit TV (279)	Aretz: Car Materials FEM (285)
10:10	Huckemann: Akustik in Museen (249)	Thron: Lärmarme Güterwagen (255)	Schanda: Helmholtzresonat. in Decken (262)	Schlachter: Sozialpsychologischer Ansatz (267)	Klein-Hennig: Entmaskierung (273)	Schröder: Reverberation Estimation (279)	Peiffer: Hybride Innenlärm simulation (286)
10:35			Produktforum (26)				

11:00 Hörsäle 3A und 3D: **Plenarvortrag C. Koch: „Unhörbar - und doch Akustik: Ultraschall im Dienste von Medizin und Technik“ (37)**

11:45 Hörsäle 3A und 3D: **Plenarvortrag U. Isermann: „Fluglärmrechnungsverfahren - von der AzB zum Werkzeug für den aktiven Schallschutz“ (37)**

12:30 anschl. **Podiumsdiskussion**

13:15 **Mittagspause**

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Raumakustik 3	Fahrzeugakustik 4	Bauakustik 7	Indiv. Lärmbelastung	Psychoakustik 4		Numer. Akustik 4
14:00	Mommertz: Planung Musikschulen (249)	Meunier: Überarbeitung TSI Noise (256)	Saß: Dämmung Verbundglas (263)	Guski: Lärm auf Inten-sivstation (268)	Laback: Binaurale Interferenz CIs (273)	Rennies: Binaurale Sprachverständl. (280)	Holewa: Actuator linearTRACE (286)
14:25	Teuber: Studiobau Funkhaus WDR (250)	Krämer: Partikelfilter mit Schalldämpfer (256)	Hessinger: Schalldämmung Fensterlüfter (263)	Schmidt: Gehörschutz PMD (269)	Majdak: Lokalisationsstraining (274)	Skowronek: Telefonkonferenzen (280)	Neifeld: CAA Strahl-lärmsimulationen (287)
14:50	Fischer: Studio Design Raumakustik (250)	Virnich: Drehzahlqualität OBD-2 (257)	Borges Leao: Masking in offices (264)	Burkhart: Lärm beim Fallschirmspringen (269)	Seeber: Intrinsic AM Precedence (275)	Wilksen: Real Time Monitoring (281)	Hüppe: s-FEM for CAA (287)

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44
	Adaptron. Ansätze	Technische Akustik	Musikal. Akustik	Ultraschall 2	Virtuelle Akustik 3	Akustische Messtechnik
08:30		Klärner: Dynamisches Verhalten FKV (297)	Pause			
08:55	Bös: LOEWE-Zentrum AdRIA (290)	Friebe: Vibroak. Faserverbundschalen (297)	Budde: Musikal. Klangbearbeiter (303)	Thiemann: Untersuchungen von MBSL (309)	Wierstorf: Synthetisierte Schallfelder (315)	Kling: Pegelmesser IEC/CDV 62585 (321)
09:20	Sabirin: Adaptive Tilger (290)	Ertl: Fluid-Struktur-Schwingungen (298)	Gidion: Schwingungen Streichinstrum. (303)	Jüschke: Effekte von Kavitation (309)	Völk: Richtungsunterschiede WFS (315)	Piprek: Unsicherheit Terzanalysen (321)
09:45	Thyes: Adaptiver Helmholtzresonator (291)	Langhof: Dämmung strukturierter Bleche (298)	Ruhe: Jahnn-Orgel: Raumakustik (304)	Koch: Datenanalyse Kavitation (310)	Batke: Spatial audio assessment (316)	Meuleman: Mehrwegedekadeer (322)
10:10	Atzrodt: Aktive Entkopplung (292)	Bay: Einfluss von Luftdurchlässen (299)	Schmidt: Jahnn-Orgel: Abstrahlung (304)	Sobotta: KaviMeter (310)	Noisternig: Networked music performance (317)	Pazen: Richtcharakteristikmessungen (322)

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44
			Körperschall		Strömungsakustik	
14:00	Jungblut: Aktive Anbindungs-impedanzen (292)	Konkel: Übertragungsfunktion Gehäuse (299)	Bonhoff: Charakt. Körperschallquellen (305)	Nowak: Akustische Strömung (311)	Appel: Klimaanlagen-auslassgitter (317)	Kuipers: Meas. sound absorption (323)
14:25	Luft: Ölwannenschwingungen (293)	Gündert: Modalanalyse Freifeldraum (300)	Eslami: High-order interface mobilities (305)	Wilkens: HITU Feldmessung (311)	Schulz: Partikelfilter (318)	Heise: Optim. Reverberation Room (323)
14:50	Unruh: ASAC CFK Stukturen (294)	Redmann: VSI-Liner (301)	Sayer: Anwendung Quellendeskriptor (306)	Schröder: Ultraschall-Abstandsmessung (312)	Winkler: Aeroakustik Zylinder/Platte (318)	Bork: Akustische Moden (324)

Donnerstag, 24. März 2011 (Fortsetzung)

	3A	3D	3H	2D	2A	3E	3F
	Raumakustik 3	Fahrzeugakustik 4	Bauakustik 7	Physikal. Akustik	Psychoakustik 4	Sprachverarbeitung	Numer. Akustik 4
15:15	Pause	Hintz: Simulation ak. Transferpfade (257)	Pause	Pause	Wendt: Interaurale Zeitdifferenzen (275)	Pause	Pause
15:40	Fellner: Hörraum ITU-R BS 1116-1 (251)	Sievi: Betriebs-TPA an E-Triebzug (258)	Öhler: Körperschall Wannen (264)	Frommhold: Tropfenaufprall (270)	Pause	Enzinger: Codecs Effekte Formanten (282)	Zheng: Moving grid interface (288)
16:05	Pieczykolan: Quellbreite Frequenz Lautheit (252)	Pause	Weber: Schallübertragung Silikonfugen (265)	Bachner: Wasserleitungsrohre (270)	Escher: Adaptives Lokal.-verfahren (276)	Rehr: Acoustic Monitoring VAD (282)	Gerstenberger: Acoustically Driven Flows (288)
16:30	Lorenz-Kierakiewitz: Prosenium Oper Düsseldorf (252)	Hoge: Modell Flugzeugkabine (258)	Fichtel: Entkopplung Treppeläufe (265)	Reuter: Laserinduzierte Kav.-blasen (271)	Klockgether: Audit. Bewegungswahrnehmung. (276)	Schleicher: Non-Lexical Responses (283)	Fuß: Numerische Berechnung Fluid (289)
16:55		Hoever: Rollwiderstand von Reifen (259)			Pörschmann: Audio-visuelle Wahrn. (277)	Wiedecke: Usbekische Sprachsignale (283)	

17:30 Uhr: **Abschlussveranstaltung im Hörsaal 3A**

	3C	3B	2B	2C	U1.46	U1.44
	Adaptron. Ansätze	Technische Akustik	Körperschall	Ultraschall 2	Strömungsakustik	Akustische Messtechnik
15:15	Pause	Pause	Bauer: Struct.-borne sound predict. (307)	Pause	Pause	Pause
15:40	Hillenbrand: Piezoelektr.-Aufnehmer (294)	Boonen: Acoustic damping slit (301)	Pause	Wenzel: Holograph. Objekterkennung (313)	Giesler: Vorderkanten-schall (319)	Dietz: Detektion Lautsprecher-defekte (324)
16:05	Buckert: Sensitivitäts-analyse akt. System (295)	Braun: Mündungskorr. Resonatoren (302)	Kraus: Hybride parallele Krafteinleitung (307)	Olfert: Hintergrund-Schlieren-methode (313)	Sarradj: Propeller-Auslegung (320)	Ginn: Array noise identification (325)
16:30	Kleinhenrich: ANC, MIMO, FDTD (295)	Hübelt: Auslegung Schalldämpfer (302)	Sänger: Vibration Sensitivity Meas. (308)	Kühnicke: Schallgeschwindigkeitsprofile (314)	Wang: Schall aus Turbulenz (320)	De Bree: Impulse noise localisation (325)
16:55	Philipp: Characterization of Noises (296)		Alzugaray: Two-Phase Flow Excitation (308)			

Grußwort der Tagungsleitung

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer der DAGA 2011 in Düsseldorf,

wir freuen uns, Sie zu der diesjährigen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik begrüßen zu dürfen. Eine ganz besondere Freude ist es für uns, dass die DAGA damit zum ersten Mal am Rhein stattfindet! Denn Düsseldorf ist nicht nur chic - auch im Bereich Akustik blickt die Stadt auf eine besondere Tradition zurück. Im Jahr 1950 fand hier die erste Funkausstellung nach dem 2. Weltkrieg statt. Friedrich Trautwein, der Entwickler des Trautonium, gründete 1949 die BIKLA (Bild- und Klang-Akademie) in Düsseldorf und legte damit den Grundstein für ein bundesweit einzigartiges Konzept zum Hochschulstudium für Toningenieure, das bis heute unter dem Namen „Düsseldorfer Ausbildung“ in Fachkreisen bekannt ist. Mehr denn je sind die Düsseldorfer Hochschulen heute aktiv im Bereich der Akustik und der Klangwelt tätig, wie die Organisatoren vor Ort beweisen: die Kompetenzplattform „Sound and Vibration Engineering“ der Fachhochschule Düsseldorf und das Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität, das seit seiner Gründung vor mehr als 30 Jahren auch auf dem Gebiet der Lärmwirkungen erfolgreich arbeitet.

Das Organisationsteam hat sich zum Ziel gesetzt, Ihnen eine „DAGA der kurzen Wege“ anzubieten. Auf dem Universitätscampus stehen im Umkreis von hundert Metern zwölf Hörsäle und weitere Seminarräume zur Verfügung. Wir hoffen, Ihnen damit ein attraktives Programm mit bis zu 13 Parallelsitzungen anbieten zu können, in dem der lieb gewonnene 25-Minuten-DAGA-Takt auch für notorische Sitzungswechsler nicht zum Leistungssport wird. Vervollständigt wird der Hörsaal-Parcours durch eine attraktive Posterausstellung, eine aktuelle Industrieausstellung und angenehme Kaffeestände mit eigenen DAGA-Tassen, von denen sich jeder Teilnehmer am Tagungsende eine als Souvenir mitnehmen kann.

Den geselligen Höhepunkt der DAGA 2011 wird am Mittwoch der Konzertabend in der Tonhalle bilden, dem Schmuckstück unter Düsseldorfs Konzertsälen. Anschließend laden wir Sie in der Rotunde - dem Foyer der Tonhalle - zu kulinarischen Freuden, Wein und dem unvermeidlichen Düsseldorfer Altbier mitsamt den unübertroffenen „DAGA Allstars“ ein (Altbierfans dürfen die beiden letzten Adjektive tauschen). Abgesehen von den drei Fachexkursionen bietet Düsseldorf eine Vielzahl attraktiver Freizeitbetätigungen: Museumsbesuche, Shopping, Altstadtbummel usw. Das im Tagungsbeitrag enthaltene Kombi-Ticket ermöglicht Ihnen von Montag bis Donnerstag unbegrenztes kostenloses Fahren im gesamten Stadtgebiet.

Bei allen, die in vielfältiger Form durch Beiträge, Sponsoring, Mitarbeit und Engagement zum Gelingen der diesjährigen DAGA schon beigetragen haben und noch beitragen werden, möchten wir uns im Vorfeld herzlich bedanken. Wir wünschen unseren Gästen eine gute Anreise und vier spannende, interessante und tolle Tage in Düsseldorf. Bis bald in Düsseldorf!

Im Namen des Organisationsteams

Jörg Becker-Schweitzer

Gert Notbohm

Hinweise zur Tagung

Die

37. Deutsche Jahrestagung für Akustik – DAGA 2011

findet vom

21. bis 24. März 2011

in **Düsseldorf** statt.

Veranstaltungsort

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstraße 1
40225 Düsseldorf

Veranstalter

- Fachhochschule Düsseldorf,
Institute of Sound and Vibration Engineering (ISAVE)
- Heinrich-Heine-Universität,
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)

unter Mitwirkung von

- Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)
- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE
- NALS im DIN und VDI

Sprecher des Organisationsteams

- J. Becker-Schweitzer
- G. Notbohm

Organisationsteam

- J. Becker-Schweitzer
- R. Heinze
- F. Kameier
- D. Leckschat
- G. Notbohm
- W. Schaffrath
- S. Schönwald
- S. Siegmann
- S. Skoda
- J. Steffens
- S. Versümer
- S. Wagner

Tagungsorganisation

Wilhelm Schaffrath

Fachhochschule Düsseldorf

Institute of Sound and Vibration Engineering

info2011@daga-tagung.de

Tel: +49 (211) 4351 849

Fachgebiete

Aktive akustische Systeme, Akustische Messtechnik, Audiologische Akustik, Audiotechnik, Bauakustik, Bioakustik, Elektroakustik, Fahrzeugakustik, Geräuschbeurteilung, Historie der Akustik, Hydroakustik, Körperschall, Lärmausbreitung, Lärmschutz, Lärmwirkungen, Lehre der Akustik, Medizinische Akustik, Musikalische Akustik, Numerische Akustik, Physikalische Akustik, Psychoakustik, Raumakustik, Schwingungstechnik, Signalverarbeitung, Soundscape, Sound Design, Sprachverarbeitung, Strömungsakustik, Technische Akustik, Ultraschall, Virtuelle Akustik und alle anderen Gebiete der Akustik

Vorkolloquien

Am Montag, den 21. März 2011 finden drei Vorkolloquien zu folgenden Themen statt:

- **Lärmwirkungen** (G. Notbohm, S. Siegmann), siehe S. 39
- **Strömungsakustik** (F. Kameier), siehe S. 45
- **Tonstudioteknik und Elektroakustik** (D. Leckschat), siehe S. 50

Parallel zu den Vorkolloquien findet der Workshop des DEGA-Fachausschusses „Ultraschall“ statt (Hörsaal 2C).

Eröffnung

Die Eröffnung der DAGA 2011 beginnt am Dienstag, den 22. März 2011 um 9:00 Uhr im Hörsaal 3A und umfasst Grußworte und Musik. Es folgen die Preisverleihungen; hierzu finden Sie auf den Seiten 32-33 und auf Seite 6 ausführliche Informationen. Im Anschluss an die Plenarvorträge der Preisträger möchte das Organisationsteam Sie bei einem Glas Sekt willkommen heißen.

Plenarvorträge

Im Rahmen der DAGA 2011 finden sechs Übersichtsvorträge zu aktuellen Themen der Akustik statt:

- Judith Lang (Empfängerin der Helmholtz-Medaille):
„Schallschutz in Europa - was ist erreicht, was fehlt noch zur europäischen Gemeinschaft?“ (S. 34)
- Sascha Spors (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises):
„Schallfeldsynthese: Stand der Technik und Perspektiven“ (S. 35)
- Sieglinde Schwarze:
„Lärmschwerhörigkeit - eine (un)endliche Geschichte“ (S. 35)

- Jan Delfs:
„Strömungsgeräusche - Beschreibung und Minderung mittels numerischer und experimenteller Simulation“ (S. 36)
- Christian Koch:
„Unhörbar - und doch Akustik: Ultraschall im Dienste von Medizin und Technik“ (S. 37)
- Ullrich Isermann:
„Fluglärmrechnungsverfahren - von der AzB zum Werkzeug für den aktiven Schallschutz“ (S. 37)

Strukturierte Sitzungen

- Adaptronische Ansätze zur Lärm- und Schwingungsminderung (J. Bös), S. 290
- Bauen in belasteten Gebieten - Lärmaktionsplanung (B. Lehming), S. 127
- FORLärm (R. Lerch), S. 59
- Geschichte der Akustik (P. Költzsch), S. 103
- Hydroakustik/Unterwasserakustik (J. Abshagen, I. Schäfer), S. 120 und 214
- Ich kann so nicht spielen - Akustik und Musikergesundheit (W. Angerstein, M. Kob), S. 136
- Internalisierung externer Verkehrslärmkosten (M. Jäcker-Cüppers, K. Giering), S. 129
- Lärm am Arbeitsplatz (R. Paulsen), S. 231
- Maschinenakustik (L. Kurtze, J. Bös), S. 97
- Maschinendiagnose und Strukturüberwachung (M. Vorländer, H. Hanselka), S. 201
- Messmethoden der Strömungsakustik (E. Sarradj), S. 78
- Neue ITU-Empfehlungen zur Evaluierung von Sprach-, Audio- und Videoqualität (S. Möller, A. Raake, M. Wältermann), S. 145
- Numerische Optimierung in der Akustik (J. Bös), S. 194
- Physik der Musikinstrumente (J. Angster), S. 207
- Robuste Spracherkennung (D. Kolossa, M. Heckmann), S. 109
- Soundscapes (international/englisch) (B. Schulte-Fortkamp), S. 91
- Sprache im Kfz (T. Fingscheidt, H. W. Gierlich, G. Klasmeyer), S. 148
- Stimme und Gesang (M. Kob, W. Angerstein), S. 131
- Strömungsakustik der Turbomaschinen (S. Becker, F. Kameier), S. 82
- Virtuelle Akustik (S. Spors), S. 122, 222 und 315
- Wahrnehmung und Wirkung von tieffrequentem Schall (D. Krahé), S. 84
- Zerstörungsfreie Materialprüfung (S. Hirsekorn, J. Prager), S. 117

Mündliche Vorträge

Der Stundenplan des Hauptteils der Tagung richtet sich streng nach folgendem 25-Minuten-Raster:

- **15 min** Vortrag
- **5 min** Diskussion
- **5 min** Pause (Gelegenheit zum Wechsel des Vortragsaals)

Nur wenn dieses Zeitraster ausnahmslos eingehalten wird, ist bei der großen Zahl von Parallelsitzungen ein geordneter Tagungsablauf gesichert. Der zeitliche Ablauf wird durch signalgebende Uhren in den Vortragssälen gesteuert; Zeitüberschreitungen sind nicht möglich. Die Sitzungsleiter werden Vorträge, die zu lange dauern, abbrechen. Bitte richten Sie daher Ihren Vortrag auf die Vortragsdauer von 15 min ein.

Medien

Für die mündliche Präsentation stehen in jedem Konferenzraum ein Laptop (Betriebssystem Windows 7, MS Office 2007 und Acrobat-Reader), ein Beamer mit einer Standardauflösung von 1024 x 768 Pixeln und eine tontechnische Anlage zur Verfügung. Das Abspielen von Audio-Beispielen ist im Rahmen eines Vortrags in jedem Hörsaal mit guter Monoqualität möglich. Alles, was darüber hinaus an Technik benötigt wird, sollte bis spätestens vier Wochen vor Tagungsbeginn per E-Mail unter info2011@daga-tagung.de angemeldet werden.

Vortragende werden gebeten, ihre Präsentation auf CD-ROM oder USB-Stick bereit zu halten und diese vor Beginn der Vortragssitzung mit Hilfe des Saalpersonals auf den vorhandenen Rechner zu überspielen. Es sollten möglichst keine eigenen Laptops benutzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die verwendeten Speichermedien virenfrei sind. Virenfizierte Medien können nicht angenommen werden. Eine Vorab-Überprüfung am Tagungsort ist möglich.

Bei PowerPoint-Präsentationen empfehlen wir, neben der PowerPoint-Datei sicherheitshalber auch eine rechnerunabhängige Variante mit der Methode „Pack & Go“ (über das Menu „Datei“ zu erreichen) zu erstellen und auf der CD bzw. dem USB-Stick zu speichern. Sie können Ihre Präsentation in den vortragsfreien Zeiten und eine halbe Stunde vor Beginn der ersten Sitzung des Tages testen und gegebenenfalls Ihren „Pack & Go“-Ordner entpacken.

Da für die Kompatibilität Ihrer Präsentation mit der installierten PowerPoint-Version keine Gewähr übernommen werden kann, steht im Tagungsbereich ein Mediencheck für den Test Ihrer Präsentation zur Verfügung.

Poster

Die Poster werden zentral im Gebäude 22.01, Ebene 00 präsentiert. Es wird zwei Postersitzungen geben; eine vom Beginn der Tagung am Dienstagmorgen bis Mittwochmittag und eine von Mittwochmittag bis zum Tagungsende. Wir bitten die Autoren der ersten Sitzung, die Poster bis spätestens Dienstag um 12:00 Uhr aufzuhängen und diese am

Mittwoch in der Zeit von 12:00 bis 13:00 Uhr wieder abzuhängen. Die Autoren der zweiten Sitzung bitten wir, die Poster am Mittwoch in der Zeit von 12:30 bis 13:30 Uhr aufzuhängen und am Ende der Tagung abzuhängen. Die Präsenzzeit für die erste Postersitzung ist am Dienstag um die Nachmittagskaffeepause (15:40 bis 17:20 Uhr) gelegt. Für die Präsenzzeit der zweiten Postersitzung ist am Mittwoch ebenfalls die Nachmittagskaffeepause (15:15 bis 16:55 Uhr) vorgesehen.

Die Poster sind in der tabellarischen Übersicht am Dienstag (S. 8-9) und am Mittwoch (S. 12-13) integriert. Im Tagungsband wird einer Poster-Präsentation der gleiche Umfang eingeräumt wie einem mündlichen Beitrag. Das Format der Poster ist A0 hochkant (BxH = 84,1 cm x 118,9 cm). In der weiteren Gestaltung sind die Autoren frei. Stellwände und Klebematerial zum Anbringen der Poster werden gestellt.

Late Poster

Bitte beachten Sie, dass die Anmeldung eines mündlichen Vortrags leider nicht mehr möglich ist, da die Anmeldefrist am 1.11.2010 abgelaufen ist. Wie in den letzten Jahren besteht aber wieder die Möglichkeit, ein „Late Poster“ anzumelden, und zwar bis zum 15. Februar 2011. Dies beinhaltet - wie für Vorträge und Poster auch - einen zweiseitigen Beitrag im Tagungsband. Die Anmeldung und Koordination läuft per E-Mail über info2011@daga-tagung.de.

Informationen zur Abgabe der Manuskripte

Die Manuskripte für den Tagungsband sind grundsätzlich in elektronischer Form über die Webseite

<http://www.daga-tagung.de/2011>

vor oder während der Konferenz bis **spätestens zum 24. März 2011** abzugeben. Verspätet abgegebene Beiträge können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden.

Die Länge, das Seitenformat und die zu verwendenden Schriftformate sollen im Tagungsband einheitlich sein und sind somit vorgegeben. Die Länge des Tagungsbeitrages ist auf 2 DIN-A4-Seiten begrenzt, die jeweils zweiseitig beschrieben werden. Vorlagen für Word und \LaTeX stehen auf der Webseite <http://www.daga-tagung.de/2011> unter „Autoren → Hinweise zum Manuskript“ zur Verfügung. Für Benutzer von Microsoft Word und \LaTeX können die entsprechenden Dateien direkt als Vorlage genutzt werden. Bei der Nutzung anderer Textverarbeitungsprogramme sind die Formate entsprechend zu übernehmen.

Der Tagungsbeitrag kann als Word- oder direkt als PDF-Datei eingereicht werden. Falls eine Abgabe des Tagungsbeitrages über das Web-Interface nicht möglich ist, können Sie die Datei auch per CD-ROM während der DAGA 2011 im Tagungsbüro abgeben. Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM im Frühjahr 2011 an die Tagungsteilnehmer versendet. Eine CD pro Tagungsteilnehmer ist in der Tagungsgebühr enthalten.

Tagungsbegleitende Ausstellung

Der wissenschaftliche Teil der Tagung wird von einer Ausstellung begleitet. Diese bietet ein Forum für Kontakte und den Informationsaustausch zwischen Theorie und Praxis. Sie findet vom 22. bis zum 24. März 2011 in den Foyer-Bereichen Gebäude 23.01, Ebene U1 und Ebene 00 in unmittelbarer Nähe zu den Hörsälen statt.

Wenn Sie als Firma daran teilnehmen möchten, wenden Sie sich bitte bis zum 1. Februar 2011 an Herrn Schaffrath (Kontakt: siehe „Tagungsorganisation“)

Nähere Informationen, Lagepläne und Anmeldeformulare stehen unter www.daga-tagung.de/2011 → Ausstellung zur Verfügung.

Bis zum 31.12.2010 haben sich folgende Firmen zur tagungsbegleitenden Ausstellung angemeldet:

- Braunstein und Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- BSW GmbH
- CAE Software und Systems GmbH
- Colbond GmbH & Co. KG
- DataKustik GmbH
- deBAKOM GmbH
- ESI Engineering System International GmbH
- Fraunhofer IDMT
- gfai tech GmbH
- GFS-Hofheim Gesellschaft für Sonder-EDV-Anlagen mbH
- G.R.A.S. Tippkemper GmbH
- HEAD acoustics GmbH
- Industrial Acoustics Company GmbH
- Lignotrend Produktions GmbH
- Microflown Technologies
- Müller-BBM GmbH
- Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH
- Norsonic-Tippkemper GmbH
- Novicos GmbH
- pinta acoustic GmbH
- Polytec GmbH
- Renz Systeme GmbH
- Schalltechnik Süd & Nord GmbH
- Sigicom AB
- Sinus Messtechnik GmbH
- Soundtec GmbH
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH
- Svantek Deutschland GmbH
- Westaflexwerk GmbH
- Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG

Produkt-Forum

Wie schon im letzten Jahr wird wieder ein Produkt-Forum angeboten. Um eine möglichst große Zuhörerschaft zu erreichen, findet es am Mittwoch, den 23. März 2011 sowie am Donnerstag, den 24. März 2011 jeweils von 10:35 bis 11:00 Uhr im Hörsaal 3H statt.

In einer jeweils dreiminütigen Präsentation haben die Aussteller der tagungsbegleitenden Ausstellung die Möglichkeit, auf ihre Produkte und Ideen hinzuweisen. Wenn sie als Aussteller Interesse haben, am Produktforum teilzunehmen, bitten wir Sie, sich bis Freitag, den 4. Februar 2011 mit Angabe des Sprechers (Vor- und Zuname) per E-Mail (info2011@daga-tagung.de) bei der Tagungsorganisation anzumelden.

Stellenanzeigen

Am Tagungsort bzw. in der Heinrich-Heine-Universität dürfen Stellenanzeigen nur an einem zentralen schwarzen Brett im Bereich des Tagungsbüros ausgehängt werden, und zwar zu einer Nutzungsgebühr von 50 € (für Hochschulen und DEGA-Fördermitglieder) bzw. 150 € (für sonstige Firmen und Institutionen) zuzügl. MwSt.

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Montag, den 21. März 2011 findet um 17:00 Uhr die DEGA-Mitgliederversammlung im Hörsaal 2D statt. Die offizielle Einladung und die Tagesordnung werden den Mitgliedern der DEGA mit dem nächsten Sprachrohr zugeschickt und werden auch auf der DEGA-Webseite bekannt gegeben.

Fachausschuss- und Gremiensitzungen

Während der DAGA werden verschiedene Gremiensitzungen stattfinden, und zwar vorwiegend in der Mittagspause. Für die Fachausschusssitzungen der DEGA finden Sie Angaben zu Zeiten und Räumen auf Seite 345; die zugehörigen Einladungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr bekannt gegeben.

Mitgliederversammlung des ALD

Am Dienstag, den 22. März 2011, findet um 12:30 Uhr die Mitgliederversammlung des Arbeitsrings Lärm der DEGA (ALD) im Raum U1.44 statt. Die Einladung mit Tagesordnung wird im nächsten DEGA-Sprachrohr veröffentlicht.

DEGA-Studierenden- und Promovierenden-Treffen

- Young Professionals Meeting:
Das Young Professionals Meeting ist die Fortführung des Studenten- und Promovierendentreffs der letzten Jahre. Neben einer Vorstellung der Aktivitäten für Studenten in der DEGA und EAA bietet dieses Treffen eine ideale Plattform, um Kontakte im Hinblick auf die zukünftige universitäre oder berufliche Laufbahn zu knüpfen. Alle Studierenden, Promovierenden, jungen Akustiker und Vertreter von Hochschulen

sowie aus der Wirtschaft sind herzlich eingeladen. Das „Young Professionals Meeting“ wird am Dienstag, den 22. März 2011 ab 13:00 Uhr in Raum U1.46 stattfinden.

- **Young Professionals - Icebreaker:**

Zusätzlich zum Young Professionals Meeting wird es am Montag, den 21. März 2011 in der Zeit von 15:30 bis 17.00 Uhr in Raum U1.46 einen „Young Professionals - Icebreaker“ geben.

Hier bietet sich schon vor Beginn der eigentlichen Tagung die Möglichkeit eines gegenseitigen Kennenlernens. Alle jungen Akustiker(innen) sind auch hierzu recht herzlich eingeladen.

Abendveranstaltung

Der gesellige Abend der DAGA findet am Mittwoch in der Tonhalle Düsseldorf statt (Einlass ab 19 Uhr; Wegbeschreibung siehe „Lagepläne“ auf S. 334). Um 19:30 Uhr erläutert Martijn Vercammen in einem Kurzvortrag die Raumakustik der Tonhalle, und um 19:45 Uhr beginnt ein Konzert der Neuen Philharmonie Westfalen - Landesorchester NRW in der Tonhalle. Im Anschluss an das Konzert bittet das Organisationsteam zu Speis' und Trank in der unterhalb der Tonhalle liegenden Rotunde. Ihre Eintrittskarte zur Abendveranstaltung finden Sie in der DAGA-Tasche. Zusätzliche Karten für Begleitpersonen können Sie an der Information gegen einen Unkostenbeitrag von 50,- € erwerben.

Exkursionen

- **Dienstag, 16:50 Uhr: Flughafen-Terminal** (50 Personen) - *Fachexkursion zum Flughafen Düsseldorf*

Am Dienstag, den 22.03.2011 findet um 16:50 Uhr eine Fachexkursion zum Flughafen Düsseldorf International statt (Treffpunkt: Flughafen-Terminal AB, zentraler Informationsschalter auf der Abflugebene am B2B-Café). Eine persönliche Anmeldung ist am Informationsschalter der DAGA 2011 vor Ort oder an frank.kameier@fh-duesseldorf.de erforderlich. Es besteht die Möglichkeit, unter Begleitung von Prof. Frank Kameier mit öffentlichen Verkehrsmitteln vom Veranstaltungsort (Heinrich-Heine-Universität) zum Flughafen zu fahren; Treffpunkt ist der Informationsschalter der DAGA 2011 am Dienstag um 15:30 Uhr. Um 15:50 Uhr muss die Straßenbahn zum S-Bahnhof Bilk (stadteinwärts) erreicht werden; dann geht es weiter mit der S-Bahn direkt zum Terminal AB.

- **Mittwoch, 9:30 Uhr: WDR, Fachexkursion zum Funkhaus**

Am Mittwoch, den 23.03.2011 findet um 9:30 Uhr eine Fachexkursion zum Funkhaus des WDR in Düsseldorf statt. Eine Anmeldung ist am Informationsschalter der DAGA 2011 vor Ort erforderlich bis spätestens Dienstagabend. Treffpunkt ist direkt beim WDR, Stromstr. 24 (im Medienhafen) um 9:30 Uhr (Anfahrt mit Linie 704/709, siehe <http://www.wdr.de/studio/duesseldorf/anfahrt/index.html>).

- **Mittwoch, 10:00 Uhr: Ford Werke, Akustikentwicklungsabteilung** (maximal 25 Teilnehmer)

Am Mittwoch, den 23.03.2011 findet um 10:00 Uhr eine Fachexkursion zu den Ford-Werken (Abteilung Akustik und NVH) nach Köln statt. Eine Anmeldung ist am Informationsschalter der DAGA 2011 vor Ort erforderlich bis spätestens Dienstagabend. Treffpunkt ist der Informationsschalter der DAGA 2011 um 9:15 Uhr. Danach wird ein Bus bereitstehen, der die Interessierten dann nach Köln und zurück bringt. Es wird für den Bus ein Unkostenbeitrag von 15 € erhoben.

Hinweise zur Verpflegung

Während der Tagung besteht die Möglichkeit, in der Mensa der Heinrich-Heine-Universität preisgünstig und gut zu Mittag zu essen. Sie ist von 11:45 - 14:00 Uhr geöffnet. Die obere Empore ist an den DAGA-Tagen für unsere Tagungsteilnehmer reserviert! Die Mensa befindet sich ca. 300 m nördlich der Hörsäle am Ende der Campus-Achse (siehe Lageplan, S. 333). Im nahen Umfeld der Hörsäle befinden sich mehrere Cafeterien, wo sie sich mit Snacks und belegten Brötchen versorgen können.

Teilnahmegebühren

Klasse	Mitglieder ^(a)	studierend	Rentner ^(b)	€ früh ^(c)	€ spät ^(d)
1 ^(e)	nein	nein	nein	210,-	240,-
2	nein	nein	nein	200,-	230,-
3	ja	nein	nein	150,-	180,-
4	ja	nein	ja	75,-	100,-
5 ^(f)	nein	ja	nein	70,-	80,-
6	nein	ja	nein	60,-	70,-
7	ja	ja	nein	30,-	40,-

(a): Mitglied in DEGA, VDI, DPG, ITG, VdT

(b): Die Teilnahmegebühren für Rentner bzw. Pensionäre gelten auch für Erwerbslose. Teilnehmer aus dieser Kategorie, die nicht Mitglied^(a) sind, zählen zu Klasse 2.

(c): Gebühr bis einschließlich 31. Januar 2011

(d): Gebühr ab dem 1. Februar 2011

(e): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA im Jahr 2011

(f): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft als Studierende(r) in der DEGA im Jahr 2011

Das *Paketangebot* für Nicht DEGA-Mitglieder umfasst neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklusive des Mitgliedsbeitrags für das Jahr 2011. Es ist aufgrund der gerin-

gen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. Nach Ablauf des Jahres 2011 verlängert sich die Mitgliedschaft automatisch; es gelten dann die regulären Mitgliedsbeiträge. Sollten Sie an einer weiterführenden Mitgliedschaft nicht interessiert sein, teilen Sie dies der DEGA-Geschäftsstelle bis spätestens vier Wochen vor Ablauf des Jahres schriftlich mit.

Anmeldung zur Teilnahme an der Tagung

Die Anmeldung zur Teilnahme soll vorzugsweise im Internet unter

<http://www.daga-tagung.de/2011>

(und dort unter „Anmeldung“) erfolgen. Für die schriftliche Anmeldung als Teilnehmer können Sie das entsprechende Anmeldeformular ebenfalls von der Webseite herunterladen oder das Formular auf Seite 346 verwenden.

Zahlungsweise

Zahlungen innerhalb Deutschlands sollten vorzugsweise per Lastschrifteinzug durchgeführt werden und aus dem Ausland per IBAN-Überweisung (aus Euro-Staaten) oder per Kreditkarte. Bei der online-Anmeldung (oder im Formular für die schriftliche Anmeldung) können Sie die entsprechenden Angaben machen; eine Rechnung wird per E-Mail zugeschickt.

Falls Sie Ihre Tagungsgebühr überweisen möchten, zahlen Sie diese bitte auf folgendes Konto unter Angabe Ihrer Rechnungsnummer ein:

Konto-Inhaberin: DEGA e.V.

Oldenburgische Landesbank

BLZ: 280 200 50

Konto-Nr.: 108 372 01 00

(IBAN: DE23 2802 0050 1083 7201 00, BIC: OLBODEH2)

Tagungs-CD und Tagungsband

Die Manuskripte der Beiträge zur Tagung (Vorträge und Poster) werden wie üblich als CD-ROM veröffentlicht. Jeder registrierte Tagungsteilnehmer erhält diese CD im Frühjahr 2011. Eine gedruckte Version des Tagungsbandes ist gegen eine Kostenbeteiligung von 80,- € erhältlich. Dieser Preis gilt als Subskriptionspreis für Tagungsteilnehmer vor oder während der Tagung.

Nachträgliche Bestellungen der CD-ROM bzw. des gedruckten Tagungsbandes sind möglich; der Preis beträgt dann für die CD 55,- € und für das Buch 100,- € (jeweils inkl. MwSt und zuzügl. Versand).

Online-Tagungsplaner

Ab Mitte Februar wird auf der Webseite der DAGA 2011

<http://www.daga-tagung.de/2011>

die vollständige Tagung in tabellarischer Form unter der Programmseite abrufbar sein. Dort besteht die Möglichkeit, sich einen persönlichen Tagungskalender zusammenzustellen, indem Sie die Sitzungstermine in Ihren Kalender (Outlook/ ICal) übernehmen. Klicken hierzu Sie in der Stundenplanungsübersicht auf den gewünschten Vortrag und erhalten weitere Informationen zum diesem Vortrag. Am Ende des Textes ist ein Link sichtbar, der - falls gewünscht - den Termin für die Kalender Outlook/ICal direkt in Ihren Terminkalender postet.

Hotels und Tourismus

Die Webseite <http://www.duesseldorf-tourismus.de> informiert Sie über das vollständige Hotelangebot in Düsseldorf.

Eine Zusammenfassung der Hotelangebote ist ebenfalls auf der DAGA 2011-Webseite unter <http://www.daga-tagung.de/2011> zu finden.

Anreise

Die Heinrich-Heine-Universität liegt im Süden von Düsseldorf ein wenig außerhalb des Stadtzentrums. Sie ist mit öffentlichen Verkehrsmitteln gut erreichbar. Derzeit befindet sich die Tiefgarage der Heinrich-Heine-Universität im Umbau, so dass auf Grund der eingeschränkten Parksituation eine Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln dringend empfohlen wird.

Abgesehen von der eingeschränkten Parksituation an der Heinrich-Heine-Universität, empfiehlt es sich auch für eine Erkundung der Stadt auf die Benutzung eines PKWs zu verzichten. Die meisten Attraktionen der Stadt sind mit S-Bahn, U-Bahn, Straßenbahn oder Bus problemlos erreichbar.

Die Tagungsorganisation hat mit der Rheinbahn AG eine günstige Lösung für alle Tagungsteilnehmer in Form eines KombiTickets, welches für die Dauer der Tagung in den Nahverkehrsmitteln der Rheinbahn AG Gültigkeit hat, vereinbart. Ihr Tagungsausweis mit dem Logo der Rheinbahn AG dient vom 21. - 24. März als Zugangsberechtigung für den gesamten Nahverkehr im Düsseldorfer Stadtgebiet. Weitere Informationen zum öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) finden Sie bei der Rheinbahn AG unter <http://www.rheinbahn.de>.

Anreise per Flugzeug

Der Düsseldorfer Rhein-Ruhr-Flughafen ist einer der größten europäischen Airports. Günstig ist die Verbindung zum Hauptbahnhof mit der S-Bahn und von dort mit der Straßenbahn (Linie 707 oder mit der U 79 bis zur Endhaltestelle „Uni-Ost/ Botanischer Garten“) zur Universität.

Anreise per Bahn

Der Hauptbahnhof Düsseldorf ist an alle internationalen Fernstrecken angebunden. Vom Bahnhof fahren die Stadtbahnlinie U 79 und die Straßenbahnlinie 707 direkt zur Universität: Fahrtrichtung Universität, Haltestelle „Uni-Ost/ Botanischer Garten“ (Endhaltestelle). Fahrzeit vom Hauptbahnhof ca. 10 bzw. 20 Minuten. Die Haltestelle „Uni-Ost/Botanischer Garten“ ist im Lageplan der Universität eingezeichnet.

Die Stationen „Uni-Kliniken“, „Christophstraße“ und „Südpark“ liegen nur wenige Minuten zu Fuß von der Universität entfernt und können mit den Linien 701, 707 und 713 erreicht werden.

Anreise per Bus

Die Universität ist mit den Buslinien 735, 827, 835 und 836 zu erreichen. Bei den Linien 735 und 827 können Sie an den Haltestellen „Universität Mensa“, „Universität Mitte“ und „Universität Süd“ aussteigen, bei den Linien 835 und 836 an den Haltestellen „Universität West“, „Universität Mitte“ und „Universität Süd“.

Anreise per PKW

Von Osten ist die Universität vom Hildener Kreuz (A 3 / A 46) über das Autobahnkreuz Düsseldorf-Süd (A 46) zu erreichen. Verlassen Sie die A 46 im Tunnel (Ausfahrt Zentrum / Universität). An der ersten Ampelanlage mündet die Universitätsstraße, die sich durch den Campus zieht.

Von Westen treffen im Autobahnkreuz Neuss-Süd die A 46 und die A 57 zusammen. Nach der Rheinbrücke (Fleher Brücke) nehmen Sie die Ausfahrt Bilk / Zentrum / Hafen / Benrath. Dann folgen Sie der rechten Ausfahrt rechts (Benrath / Universität).

Aus der Innenstadt über Corneliusstraße, Witzelstraße (Richtung Wuppertal, A 46), dann rechts auf die Universitätsstraße biegen. Dort finden Sie Parkmöglichkeiten.

Wir weisen darauf hin, dass in der Universität Falschparker rigoros abgeschleppt werden.

Stadtinformation, Veranstaltungskalender

Weitere Informationen zu Düsseldorf, seinen Attraktionen und Veranstaltungen und zur Düsseldorfer Gastronomie finden Sie unter <http://www.duesseldorf-tourismus.de> oder +49 (0)211 / 17 20 20.

Neben dieser offiziellen Informationsmöglichkeit wird es auf der Tagungswebseite unter www.daga-tagung.de/2011 → „Veranstaltungen“ noch einen Veranstaltungskalender geben, in dem über ausgewählte Veranstaltungen, die in der Tagungswoche stattfinden, informiert wird.

Wichtige Termine zur DAGA 2011

- **31. Januar 2011:** Letzter Termin für die Anmeldung mit den günstigeren („frühen“) Teilnahmegebühren
- **21. März 2011:** Vorkolloquien, DEGA-Mitgliederversammlung
- **21.-24. März 2011:** DAGA 2011-Tagung
- **24. März 2011:** Letzter Termin für die Abgabe der Tagungsbeiträge (siehe S. 24)
- **Frühjahr/Sommer 2011:** Versand der CD-ROM sowie der geordneten (kostenpflichtigen) gedruckten Tagungsbände

Preise der DEGA

Helmholtz-Medaille für Frau Prof. Judith Lang

Die Helmholtz-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Akustik für das Jahr 2011 wird im Rahmen der DAGA-Tagung an Frau Hon. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Judith Lang, Wien, verliehen. Frau Lang erhält die Medaille als Anerkennung für ihr herausragendes Lebenswerk zum technischen Schallschutz und dessen Umsetzung in der Normung. Dies ist ein besonderes Ereignis, da 20 Jahre nach der ersten Verleihung der Helmholtz-Medaille erstmals eine Akustikerin ausgezeichnet wird. Auch geht der Preis zum zweiten Mal nach 2008 in das europäische Ausland.

Judith Lang ist eine international hochgeachtete Fachfrau und Persönlichkeit des Schallschutzes, der Lärmbekämpfung und der Normung auf dem Gebiet der technischen Akustik. Nach ihrem Studium der Technischen Physik in Wien (Abschluss 1948) arbeitete sie über 40 Jahre am „Technologischen Gewerbemuseum“ in Wien und innerhalb dieser Institution an der Staatlichen Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik; zunächst bei und mit Prof. Friedrich Bruckmayer und von 1975 bis 1991 als Leiterin dieser Versuchsanstalt. Judith Lang promovierte 1968 zur Doktorin der Technischen Wissenschaften an der Technischen Hochschule Graz mit der Arbeit „Messung und Bewertung von Verkehrslärm“, in der statistische Kenngrößen zur Erfassung und Beschreibung schwankender Lärmereignisse eingeführt wurden. Judith Lang war von 1977 bis 1991 Geschäftsführerin des Österreichischen Arbeitsrings für Lärmbekämpfung. Sie hatte an verschiedenen Hochschulen und Universitäten Lehraufträge auf den Gebieten Schallschutz, Bauphysik, Lärmschutztechnik und Normung zum Lärmschutz. Sie war von 1994 bis 1998 Leiterin der Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung schalltechnischer Messungen“ im Umweltbundesamt Österreichs. Judith Lang hat Österreich in der ISO für die Fachgebiete Akustik und Wärmeschutz vertreten, sie hatte führende Funktionen in der AICB inne (Association Internationale Contre le Bruit), und sie ist Konsultantin der WHO.

Judith Lang hat sowohl in der Lärmforschung, in der Lärmnormung als auch im praktischen Schallschutz herausragende Arbeiten geleistet. Ihre exzellenten Forschungsarbeiten beziehen sich u. a. auf Verkehrslärm, Wirksamkeit und Kosten von Lärmschutzmaßnahmen, Berechnung und Beurteilung von Fluglärm sowie normgemäßen Schallschutz im Wohnungsbau. Darauf aufbauend hat sie sich mit ihren Normungsarbeiten sowohl in der österreichischen als auch in der europäischen und internationalen Normung außerordentlich verdient gemacht. So stammen zahlreiche der österreichischen ÖNORMEN zum Thema Lärm direkt aus der Feder von Frau Lang. 1986 wurde sie mit dem Silbernen Ehrenzeichen für Verdienste um das Land Wien ausgezeichnet, 1990

vom österreichischen Bundespräsidenten mit dem Goldenen Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich. 2002 erhielt sie das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um das Land Wien. Der Deutschen Gesellschaft für Akustik ist es eine große Ehre, ihre Liste der Helmholtz-Preisträger mit einer solch international renommierten Expertin für Lärmschutz schmücken zu können.

Der Vorstand der DEGA

Lothar-Cremer-Preis für Dr. Sascha Spors

Der Lothar-Cremer-Preis der Deutschen Gesellschaft für Akustik für das Jahr 2011 wird im Rahmen der DAGA-Tagung an Dr.-Ing. Sascha Spors verliehen. Herr Spors erhält diesen Preis für junge Nachwuchswissenschaftler als Anerkennung für seine herausragenden Arbeiten auf dem Gebiet der mehrkanaligen Schallfeldwiedergabe.

Nach seinem Studium der Elektrotechnik hat sich Sascha Spors im Rahmen seiner Promotion an der Universität Erlangen-Nürnberg (2006) mit der aktiven Kompensation des Raumeinflusses bei der Schallwiedergabe befasst und bereits mit dieser Arbeit große Anerkennung in der internationalen Fachwelt gefunden. Seit 2005 hat er als „Senior Research Scientist“ bei den Deutsche Telekom Laboratories der TU Berlin sehr erfolgreich eine eigene Nachwuchsforschergruppe aufgebaut, die sich u.a. mit systemtheoretischen Fragen, der Entwicklung und der Implementierung von Algorithmen für die mehrkanalige Schallfeldwiedergabe befasst. Er hat damit eine „zweite Generation“ von Wissenschaftlern begründet, die die Wellenfeldsynthese und vergleichbare Verfahren konsequent weiterentwickelt. Seine Ergebnisse hat er in zahlreichen Publikationen der Fachwelt zugänglich gemacht.

So hat sich Sascha Spors in wenigen Jahren zu einem weltweit anerkannten Forscher entwickelt, der vielen seiner Kollegen durch seine Arbeiten wertvolle Impulse gegeben hat und viele neue Produkte erst ermöglicht hat. Die DEGA freut sich, einen solch international anerkannten jungen Akustiker auszuzeichnen, von dem auch in Zukunft noch viele Beiträge zur Weiterentwicklung der virtuellen Akustik zu erwarten sind.

Der Vorstand der DEGA

DEGA-Studienpreise

- **Dipl.-Ing. Daniel Deboy** für seine Diplomarbeit: „Acoustic Centering and Rotational Tracking in Surrounding Spherical Microphone Arrays“ (Kunstuniversität Graz), siehe Vortrag auf Seite 125
- **Dipl.-Ing. Sebastian Mathiowetz** für seine Diplomarbeit: „Prognose des Körperschalls und sekundären Luftschalls von Kernspintomographen anhand der Methode der Interface Mobilitäten“ (Technische Universität Berlin)

Plenarvorträge

Di. 11:00 3A

Plenarvorträge Dienstag

Schallschutz in Europa - was ist erreicht, was fehlt noch zur europäischen Gemeinschaft?

J. Lang (Empfängerin der Helmholtz-Medaille)

Wien

Zu den wesentlichen Themen der Bauakustik

- Messverfahren einschließlich erforderlichem Frequenzbereich, Reproduzierbarkeit, in Prüfstand und Gebäude und Einzahlangaben
- Anforderungen an den Schallschutz, einschließlich geeigneter Größe und erforderlichem Maß
- Unterlagen für die Planung, Rechenverfahren und Daten der Bauteile und ihres Zusammenwirkens

werden seit Jahrzehnten in den europäischen Ländern grundlegende Arbeiten durchgeführt und in ISO/TC43 und CEN/TC126 einheitliche Normen erarbeitet. Einheitliche Messverfahren für Prüfstände und Gebäude werden in ISO 140 festgelegt. Mehrfache europäische und nationale Ringversuche haben dazu wertvolle Unterlagen geliefert.

Die Ermittlung von Einzahlangaben aus den Messergebnissen wurde 1968 in ISO 717 (auf der Basis des deutschen Sollkurvenverfahrens) genormt und in den 90er Jahren mit den Spektrumanpassungswerten mit dem französischen Verfahren vergleichbar gemacht; in einer zurzeit bearbeiteten Neuauflage mit Einbau der Spektrumanpassungswerte in die Einzahlangabe werden die Verfahren vereinheitlicht, mit Einbeziehung der tiefen Frequenzen.

Die Berechnung des Schallschutzes im Gebäude aus den Eigenschaften der Bauelemente nach EN 12354 wird in allen europäischen Ländern unter Zugrundelegung nationaler Datenkataloge angewendet. Die Erweiterung für leichte mehrschalige Bauelemente wird zurzeit in einer COST-Gruppe behandelt.

Offen ist noch die Beschreibung des Schallschutzes im Gebäude, sowohl die geeignete Größe als auch das erforderliche Maß. In einer 2009 gegründeten COST-Gruppe werden dazu Unterlagen erarbeitet.

Di. 11:30 3A

Plenarvorträge Dienstag

Schallfeldsynthese: Stand der Technik und Perspektiven

S. Spors (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises)

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Bei der Schallfeldsynthese wird die physikalische Synthese eines Schallfeldes durch ein Ensemble von Lautsprechern über einen ausgedehnten Zuhörerbereich angestrebt. Bekannte Vertreter dieser Klasse von Wiedergabeverfahren sind die Wellenfeldsynthese (WFS) und Ambisonics höherer Ordnung (HOA). Es wird eine allgemeine Formulierung des Problems der Schallfeldsynthese vorgestellt, die die Beziehung der beiden Verfahren zueinander verdeutlicht. Dabei wird zunächst von einer räumlich kontinuierlichen Verteilung von Lautsprechern ausgegangen, die in der Praxis dann durch eine endliche Anzahl diskreter Lautsprecher umgesetzt wird. Die Verwendung räumlich diskreter Lautsprecher führt zu Ungenauigkeiten im synthetisierten Schallfeld, wobei sich diese grundlegend zwischen WFS und HOA unterscheiden.

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die physikalischen Grundlagen beider Verfahren, deren praktische Umsetzung und die sich daraus ergebenden Eigenschaften. Es wird die Frage diskutiert inwieweit die Schallfeldsynthese die hoch gesteckten Ziele der authentischen Reproduktion erfüllen kann. Weiterhin werden aktuelle Trends in der Forschung vorgestellt. Diese umfassen unter anderem die Wahrnehmung synthetischer Schallfelder, alternative Ansätze wie die lokale Schallfeldsynthese und die Verknüpfung der Schallfeldsynthese mit der binauralen Synthese.

Mi. 11:00 3A und 3D

Plenarvorträge Mittwoch

Lärmschwerhörigkeit - eine (un)endliche Geschichte

S. Schwarze

H.-Heine-Universität Düsseldorf, Inst. f. Arbeits- und Sozialmedizin

Etwa 4 bis 5 Millionen Arbeitnehmer sind in der BRD gehörschädigendem Lärm mit Tages-Lärmexpositionspegeln von mehr als 85 dB(A) ausgesetzt. Das sind etwa 28 % der berufstätigen Männer und 10 % der Frauen. Die Lärmschwerhörigkeit, die schon seit 1929 in der Berufskrankheitenliste vertreten ist, beherrscht als am häufigsten anerkannte Berufskrankheit auch weiterhin die Statistik der Träger der gesetzlichen Unfallversicherungen. Obwohl ihre versicherungsrechtliche Bedeutung nach einem Höchststand Mitte der 90-iger Jahre in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen ist, stellt sie immer noch rund 40 % der anerkannten Berufskrankheiten. Angesichts der umfangreichen präventiven Maßnahmen stellt sich die Frage, warum dieses Problem offensichtlich so schwer in den Griff zu bekommen ist.

In diesem Beitrag soll die historische Entwicklung der Lärmschwerhörigkeit aufgezeigt werden und ihre Flankierung durch gesetzgeberische Maßnahmen. Der Entstehungsmechanismus und der Verlauf der Lärmschwerhörigkeit werden erläutert, und mit akustischen Demonstrationen soll die Entwicklung der lärmbedingten Hörminderung vorgeführt und

auch der Nutzen, den eine Hörgeräteversorgung für den Lärmschwerhörigen bringt, hör- und erlebbar gemacht werden. Außerdem werden neuere diagnostische Methoden vorgestellt und schließlich die Frage diskutiert, wie es um die Umsetzung der arbeitsmedizinischen Prävention bestellt ist und welche Verbesserungen vorstellbar sind.

Mi. 11:45 3A und 3D

Plenarvorträge Mittwoch

Strömungsgeräusche - Beschreibung und Minderung mittels numerischer und experimenteller Simulation

J. Delfs

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

Die Mehrzahl technischer Strömungen ist aufgrund hoher Reynoldszahlen turbulent (d.h. stark wirbelig) und erzeugt störende Geräusche. Häufig können solche aeroakustischen Geräusche nicht durch sekundäre Lärminderungsmaßnahmen bekämpft werden, weil weder Abschirmungs- noch Absorptionsmöglichkeiten realisiert werden können. Beispiele hierfür sind etwa der Schubstrahl oder das Landeklappensystem eines Verkehrsflugzeugs. Hier kommt nur die primäre Lärminderung, also an der Quelle in Betracht. Allerdings ist dieses eine schwierige Aufgabe weil die Ursache der Schallquellen, die Strömungsturbulenz, ihrer außerordentlichen Komplexität wegen nicht vollständig verstanden ist. Auch aufwändigste Computersimulationen können bislang Turbulenz nur bei sehr geringen Reynoldszahlen vollständig auflösen. Aus diesen Beschränkungen besteht auch längerfristig der Bedarf an der Modellierung turbulenzbedingter Schallquellen, erst recht, weil das Ziel der numerischen Simulation letztlich die aeroakustische Entwurfsaufgabe ist, bei der i.d.R. eine Vielzahl von Varianten berechnet werden müssen. Häufig können aeroakustische Quellen auch nur durch Nachrüstmaßnahmen gemindert werden. Hier kommen Technologien zum Einsatz, die sich derzeit einer numerischen Beschreibung noch vollständig entziehen (flexible Bürstenfortsätze an überströmten Hinterkanten, Turbulenzbeeinflussung durch poröse Materialien etc.). Der Vortrag gibt einen Überblick über die Leistungsfähigkeit und das Potenzial der numerischen Aeroakustik (CAA) in Verbindung mit fortschrittlicher, stochastischer Turbulenzmodellierung. Es wird die jeweilige Rolle der numerischen und der experimentellen Simulation mit Blick auf die Reduzierung von Strömungsgeräuschen diskutiert. Beispiele zur Beschreibung und Minderung von Strömungsgeräuschen aus der Luftfahrtforschung ergänzen den Vortrag.

Do. 11:00 3A und 3D

Plenarvorträge Donnerstag

Unhörbar - und doch Akustik: Ultraschall im Dienste von Medizin und TechnikC. Koch*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Ultraschall wird in sehr vielen Bereichen von Medizin und Technik angewandt. Die Ultraschallbilder beim Arzt, die schon lange keine "Schneelandschaft" mehr sind sondern Details bis 0,1 mm Größe darstellen können, sind heute diagnostischer Alltag. Aber darüber hinaus lassen auch andere Eigenschaften wie die Übertragung von hohen Energieströmen oder die Erzeugung von Kavitation Ultraschall für viele Anwendungen geeignet erscheinen.

Im Vortrag soll zunächst sehr kurz beschrieben werden, was an Ultraschall so "anders" ist als bei Akustik im Hörfrequenzbereich. Danach werden aktuelle Arbeitsgebiete aus Medizin und Technik vorgestellt. Ausgangspunkt sollen therapeutische Anwendungen sein, die ein aktuell auch international intensiv bearbeitetes Gebiet darstellen. Es zeigt sich, dass neben der Abschätzung der Wirkung und der therapeutischen Planung auch die Entwicklung von Messverfahren für die quantitative Erfassung der Schallfelder eine Herausforderung darstellt. Dies gilt auch für die Erfassung kurzer Impulse, wie sie für diagnostische Anwendungen benötigt werden.

Quantitative Verfahren werden auch für die Beschreibung und Optimierung von technischen Anwendungen wie Ultraschallreinigung oder Sonochemie benötigt. Hier gibt es kaum Vergleichbarkeit oder Standards, auf die für Produktionsplanungsschritte oder Qualitätsmanagement zurückgegriffen werden kann. Am Schluss des Vortrags soll dem Hörschall wieder näher gekommen werden: Auf die Beschreibung von Luftultraschall und seiner Wirkungen wird als aktuelles Forschungsgebiet eingegangen.

Do. 11:45 3A und 3D

Plenarvorträge Donnerstag

Fluglärmrechnungsverfahren - von der AzB zum Werkzeug für den aktiven SchallschutzU. Isermann*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen*

Im Jahr 1975 wurde in Deutschland die "Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)" als gesetzliches Verfahren zur Berechnung von Fluglärm eingeführt. Zum damaligen Zeitpunkt setzte das Verfahren Maßstäbe, und der Erfolg der AzB spiegelt sich auch darin wieder, dass der Rechenalgorithmus über 30 Jahre unverändert im Einsatz war. Allerdings war der Anwendungsbereich der AzB - und auch ihrer Fortschreibung aus dem Jahr 2008 - immer ausgelegt auf die Berechnung von Lärmschutzbereichen auf der Basis prognostizierter Flugverkehre. Verbunden mit den zunehmenden Rechnerleistungen, dem verbesserten Kenntnisstand bei der Modellierung der Quellmechanismen des

Fluglärms und der allgemeinen Verfügbarkeit von Flugleistungsdaten-basen bietet sich mittlerweile ein deutlich breiteres Anwendungsspek-trum für Fluglärmrechnungen. Ein besonderer Schwerpunkt war in den letzten Jahren die Auslegung lärmoptimierter Flugverfahren. Da-durch hat sich natürlich eine gewisse Erwartungshaltung seitens der Exekutive und auch der Betroffenen eingestellt.

Der Vortrag gibt daher nicht nur eine Übersicht über die Entwicklung, Klassifizierung und Anwendungsmöglichkeiten der derzeit verfügbaren Modelle zur Berechnung von Fluglärm, sondern zeigt insbesondere auch die Grenzen deren Anwendbarkeit auf. Letztendlich wird ein Ausblick auf zukünftige Modelle gegeben, und zwar sowohl im Hinblick auf eine internationale Standardisierung im praktischen Bereich als auch im Hinblick auf Modelle für wissenschaftliche Anwendungen.

anschließend (12:30 Uhr): **Podiumsdiskussion**

Vorkolloquium: Lärmwirkungen

Mo. 12:00 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Rechtliche Vorgaben und Normen für die Lärmmessung an Arbeitsplätzen

J. Maue*Institut für Arbeitsschutz der DGUV*

Nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung muss der Unternehmer prüfen, ob die Beschäftigten an ihren Arbeitsplätzen gefährdenden Lärmbelastungen ausgesetzt sind. Als Kennwert zur Beurteilung der Lärmsituation ist dabei der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ und gegebenenfalls der Spitzenschalldruckpegel LC_{peak} nach der neuen Norm DIN EN ISO 9612 zu bestimmen.

Die bisher für Lärmmessungen an Arbeitsplätzen maßgebende DIN 45645 Teil 2 musste nach Veröffentlichung der DIN EN ISO 9612 im Anwendungsbereich auf die Beurteilung der Lästigkeit und Störf Wirkung von Geräuschen, d.h. von extraauralen Lärmwirkungen, eingeschränkt werden. Der nach DIN 45645-2 zu bestimmende Beurteilungspegel ist vor allem für die Beurteilung von Arbeitsplätzen nach der Arbeitsstättenverordnung und für den Vergleich mit den in der VDI Richtlinie 2058, Blatt 3 genannten Richtwerten von 55 dB und 70 dB von Bedeutung. Zur Anpassung an diesen Anwendungsbereich wurde die DIN 45645-2 inzwischen völlig neu gestaltet und als ein neuer Entwurf verabschiedet. Dabei wurden auch die bei der Beurteilung zu berücksichtigenden Zuschläge für die Impulshaltigkeit und für die Ton- und Informationshaltigkeit neu definiert.

Die in den hier angesprochenen gesetzlichen Regelungen enthaltenen Anforderungen an die Messtechnik und die heute maßgebenden neuen Messnormen werden vorgestellt.

Mo. 12:25 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Grundlage und Nutzen der Effektiven Lärmdosis

M. Liedtke*Institut für Arbeitsschutz der DGUV*

Basierend auf der ISO 1999:1990 werden im hier vorgestellten Verfahren [1] lärmbedingte hörschwellenverschiebungsäquivalente Kurven verwendet, um die Dosis des beruflichen Lärms zu ermitteln. Diese Dosis wird Effektive Lärmdosis (ELD) genannt. Mit der ELD ist es möglich, alle Lärmexpositionen aus den einzelnen Belastungsabschnitten hörschwellenverschiebungsäquivalent zu berücksichtigen. Eigenschaften des ELD: Es wurde gezeigt, dass die hörschwellenverschiebungsäquivalenten Kurven geschlechtsunabhängig, altersunabhängig und Fraktilunabhängig für Fraktile $Q < 0,50$ sind. Im Unterschied zu bisher vorgeschlagenen Lärm-Dosen (z.B. Risikomaß nach von Lüpkе) wird das Ergebnis neben der Expositionshöhe ($L_{EX,8h}$ in dB(A)) und der Expositionsdauer (in Jahren) auch von der Chronologie der Belastungen

beeinflusst. Die ELD wird mittels publizierter mathematischer Formeln und Algorithmen berechnet. Mit dem veröffentlichten Verfahren [1] kann auf Grundlage der ISO 1999 für ein Individuum aus derjenigen Hälfte der Bevölkerung mit dem in Bezug auf Hörminderung oder Hörschädigung empfindlichsten Gehör eine für sein Arbeitslebens gültige Effektive Lärmdosis (ELD) berechnet werden. Zur Beurteilung der Gefährdung durch zukünftige Belastungen - z.B. hinsichtlich zusätzlicher Maßnahmen im Rahmen der Weiterbeschäftigung von Personen im Lärm mit lärmbedingten Hörminderungen - könnten im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge die Hörschwellen-verschiebungsäquivalenzen herangezogen werden.

[1]: Liedtke, M.: Effektive Lärmdosis basierend auf Hörminderungsäquivalenzen nach ISO 1999. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 2010;45: 612-623

Mo. 12:50 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Ototoxizität - ein neuer Aspekt bei der Lärmprävention?

J. Milde

Abt. Sicherheit u. Gesundheit der DGUV

Die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - LärmVibrationsArbSchV) fordert im § 3 "Gefährdungsbeurteilung", dass die mit der Exposition durch Lärm oder Vibrationen verbundenen Gefährdungen unabhängig voneinander zu beurteilen und in der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuführen sind. Mögliche Wechsel- oder Kombinationswirkungen sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere bei Tätigkeiten mit gleichzeitiger Belastung durch Lärm, arbeitsbedingten ototoxischen Substanzen oder Vibrationen, soweit dies technisch durchführbar ist.

Ototoxizität bezeichnet die Wirkung von Substanzen, die zu einer Schädigung von Gehör, Gleichgewichtsorgan aber auch des VIII. Hirnnervs führt. Im klinischen Bereich gibt es eine Reihe von Arzneimitteln, die ototoxische Nebenwirkungen aufweisen. Ihre Wirkmechanismen im Innenohr sind weitgehend bekannt. Durch eine gezielte Dosierung der Einnahme unter Überwachung der Innenohrfunktion lassen sich ototoxische Nebenwirkungen dieser Medikamente vermeiden. Aber auch für einige Gefahrstoffe sind ototoxische Wirkungen bekannt. In dem Beitrag wird der aktuelle Stand diskutiert.

Mo. 13:30 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Zur Auswahl von akustischen Kennwerten für LärmwirkungsstudienU. Möhler und M. Liepert*Möhler + Partner*

Die richtige Wahl der akustischen Kennwerte ist von zentraler Bedeutung für die Interpretation der Ergebnisse von Lärmwirkungsstudien. Die Art der Erfassung der akustischen Kennwerte, z.B. durch Messungen oder Berechnungen, die Festlegung der Immissionsorte, z.B. Innen oder Außen, die Wahl der akustischen Beschreibungsgröße, z.B. Mittelungspegel oder Maximalpegel, beeinflussen das Ergebnis einer Lärmwirkungsstudie in gleicher Weise wie die Erfassung von Reaktionen durch Befragungen und/ oder physiologische Messungen. Gerade bei vergleichenden Lärmwirkungsstudien (Quellvergleiche, Parameterstudien) kann die Bestimmung der akustischen Parameter, auf denen der Vergleich basiert, wesentlich beeinflussen, wenn nicht sogar umkehren. Anhand von Fallbeispielen werden die Auswirkungen der Wahl unterschiedlicher Kennwerte bei gleicher Reaktion dargestellt und interpretiert. Schließlich werden Schlussfolgerungen in Hinblick auf die Untersuchungsplanung von Lärmwirkungsstudien gezogen

Mo. 13:55 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Belästigung und berichtete Schlafstörungen durch Schienenverkehrslärm im RheintalD. Schreckenberg*ZEUS GmbH*

Die durch den Schienenverkehr, insbesondere durch den nächtlichen Schienengüterverkehr, verursachte Lärmbelastung der Bevölkerung hat im Mittelrheintal ein ganz erhebliches Ausmaß erreicht. Zur Reduzierung der durch den Bahnverkehr im Rheintal verursachten Lärm- und Erschütterungsbelastungen haben die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz das 10-Punkte-Programm "Leises Rheintal" aufgestellt. Das Ziel ist es, das Bahnlärmniveau um mindestens 10 dB(A) baldig zu senken. Im Rahmen dieses Programms und der mit verbundenen Maßnahmen ist unter anderem die Einführung eines Schienenlärmindex zur Beurteilung von Lärmschutzmaßnahmen und als eine Grundlage für eine Kontingenzierung des Schienenverkehrslärms vorgesehen. Der Index soll die Wirkung des Schienenverkehrslärms im Rheintal, genauer: die Zahl der durch den Schienenverkehrslärm belästigten Personen sowie den Umfang der Beeinträchtigung des nächtlichen Schlafs abbilden.

Im Zuge dieser Planungen wurde eine Befragung der Bevölkerung im Mittelrheintal und im Rheingau durchgeführt, in der die wahrgenommene Wohnqualität, Belästigung und Schlafstörungen durch Bahnlärm und durch andere Lärmquellen erhoben wurden.

Insgesamt umfasst die Studie eine Befragung von 1000 erwachsenen Personen, denen berechnet für die lauteste Fassade der Wohnadresse

durch den Bahnverkehr verursachte Immissionspegel (Mittelungspegel für Tag/Nacht) zugeordnet werden. In dem Beitrag werden die ersten Ergebnisse vorgestellt.

Mo. 14:20 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Auswirkungen des nächtlichen Bahnlärms auf den Schlaf: Ergebnisse einer Feldstudie im Köln-Bonner Raum

U. Müller

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln

Im Rahmen der deutsch-französischen Kooperation in der Verkehrsforschung (DeuFrako), hat das DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in einer 15-monatigen Feldstudie die Auswirkungen nächtlichen Bahnlärms auf den Schlaf untersucht (Teil des Projektes RAPS - Railway noise, Annoyance, Performance, Sleep).

In dieser Studie wurden insgesamt 33 Probanden in je neun aufeinander folgenden Nächten polysomnographisch in ihrer häuslichen Umgebung untersucht. Zudem erfassten drei Klasse1 - Schallpegelmesser kontinuierlich die Schalldruckpegel L_{AS} und L_{AF} am Ohr des Schläfers und außen an der Hausfassade vor dem Schlafrum. Jedes Geräusch, das den Hintergrundpegel L_{90} um mindestens 3 dB(A) überschritt, wurde zudem aufgezeichnet.

Sowohl die Metaanalyse früherer Schlaflaborstudien am DLR und am Institut für Arbeitsphysiologie in Dortmund (IfaDo) als auch die Auswertung dieser Feldstudie zeigen, dass die Aufwachwahrscheinlichkeiten durch Güterzüge, so wie sie derzeit im Rheintal eingesetzt werden, in Abhängigkeit von Maximalpegel und Pegelanstiegssteilheit höher liegen als durch Flugzeuge, deren Auswirkungen auf den Schlaf in einer früheren Feldstudie vom DLR untersucht wurden, und durch Straßenverkehr (der nur in den Laborstudien untersucht wurde). Im Gegensatz hierzu steht der überwiegende Teil der Belästigungsstudien, der den Schienenverkehr als am wenigsten belästigend einstuft.

Neben den Ergebnissen zum Schlaf werden ausführlich die akustischen Auswertungen für die Messorte und die psychologischen Wirkungen des nächtlichen Bahnlärms dargestellt.

Mo. 15:00 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Kreativer Lärm in der Grundschule: Schallpegel am Kinder-Ohr liegt 6 dB über ortsfester Messung

G. Praml

Institut für Arbeitsmedizin, Universität München

Eine von unserem Institut durchgeführte Studie hatte zum Ziel, die Gesamtlärmbelastung der bayerischen Bevölkerung zu erfassen und mit dem Befinden zu verknüpfen (1.800 Versuchspersonen, personenbezogene Registrierung über 24 h). Auffällig war u.a. eine hohe Lärmbelastung von Kindern während der Unterrichtszeit. Um dies zu verifizieren und um die personenbezogenen Messungen zu validieren -

frühere Studien zu Umweltlärm basieren auf ortsfesten Messungen -, führten wir eine begleitende Untersuchung an einer Grundschulklasse über eine Schulwoche durch. Ein Personendosimeter (Spark 703, Larson Davis) war zusammen mit einem Präzisions-Schallpegelmessgerät (Brüel&Kjaer 2236) ortsfest an einer Klassenzimmerwand aufgestellt, ein weiteres Personendosimeter wurde von einer "kinder-imitierenden" und protokollführenden Praktikantin getragen. Insgesamt konnten 19 Unterrichtsstunden beobachtet werden (Messintervall 5 sec), davon 13 h im Klassenzimmer, 3,5 h im Sportunterricht und 2,5 h in den Pausen. Dass sich Pausen und Sport kaum unterscheiden und mittlere Pegel zwischen 80 und 85 dB(A) (max. 99) aufweisen, ist nicht überraschend. Bemerkenswert ist jedoch der Unterschied zwischen personenbezogener und ortsfester Messung, die ja nur während des Unterrichts im Klassenzimmer sinnvoll möglich ist: Gemittelt über die 19 Stunden liegt der personenbezogene Pegel 6,3 dB(A) über dem ortsfesten (mittlere Pegel 69,7 bzw. 63,4 dB(A)). Das stimmt nachdenklich - Epidemiologen postulieren umweltlärmbedingte Risiko-Klassen durchaus in 5 dB-Schritten...

Mo. 15:25 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Hörschädigungen im Kindesalter aus medizinischer Sicht

I. Haas

Uniklinikum Düsseldorf, Hals-, Nasen- und Ohrenklinik

Mo. 15:50 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

'All inclusive' trifft selten zu! Wo sind die Klippen der Integration von Kindern und Jugendlichen mit Hörschädigung in allgemeine Einrichtungen?

A. Leonhardt

LMU München, Lehrstuhl für Gehörlosen- und Schwerhörigenpädagogik.

Am Lehrstuhl für Gehörlosen- und Schwerhörigenpädagogik der Universität München wird seit 1999 intensiv zur schulischen und vorschulischen Integration hörgeschädigter Kinder und Jugendlicher geforscht. Das Forschungsprogramm besteht derzeit aus 15 Modulen (Teilprojekten) und ist noch nicht abgeschlossen. Damit liegt deutschlandweit die umfassendste und ausdifferenzierteste Studie zur Integration von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen vor, wobei sich das Münchener Programm ausschließlich auf Kinder und Jugendliche mit Hörschädigung konzentriert.

Die einzelnen Teilprojekte erfassen die Situation aus sehr unterschiedlicher Perspektive, z.B. aus der Sicht der betroffenen Schüler, der (hörenden) Mitschüler, der Lehrer der allgemeinen Schule, der Lehrer für Hörgeschädigte (die diese Schüler bei der Integration begleiten), der Eltern und der Fachreferenten der Kultusministerien der einzelnen Bundesländer. Nicht zuletzt werden auch die Hörbedingungen für ein Sprachverstehen der hörgeschädigten Schüler, als Voraussetzung für eine Teilhabe am Unterricht und an einer sozialen Integration, erfasst.

Die am 26.03.2009 in Deutschland in Kraft getretene UN-Konvention über die Rechte der Menschen mit Behinderungen - insbesondere die dort getroffenen Aussagen im Paragraph 24 (sog. "Bildungsartikel") - verstärkt die Diskussion um ein gemeinsames Lernen von Kindern und Jugendlichen mit und ohne Behinderungen.

Mo. 16:15 3H

Vorkolloquium Lärmwirkung

Kinder, Lärm, Lebenswelten und das "Soundscape"

B. Schulte-Fortkamp

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Das Spektrum schädigender Geräusche im Kindesalter erstreckt sich vom Inkubator bis zur Umweltbelastung durch Straßen-, Schienen- und Luftverkehr, Musikbeschallung bis zum Spielzeug der Kinder. Die Gefahr einer durch Schall evozierten Schädigung lauert offensichtlich überall, von Konzentrationsstörung, Lernschwierigkeiten, gehemmter Sprachentwicklung, Tinnitus, der Wahrnehmung eines permanenten Geräusches selbst in absoluter Stille, Schwerhörigkeit im Kindesalter bis zu Schlafstörungen und regelrechter Schlaflosigkeit. Die Schallwirkungsforschung hat ein neues Klientel, das bisher vernachlässigt wurde. Neue Untersuchungsmethoden, die sich dem Klientel anpassen, sind dringend gesucht. Das war das Resümee des internationalen Workshops "Kinder und Lärm - Noise pollution: Health and other effects on children" am Tag gegen Lärm 2003. In 2011 nehmen wir einen neuen Anfang, unterstützt durch den Auftakt in 2010 mit dem Workshop "Kinder, Lärm, Lebenswelten". Hier diskutierten Experten des Normenausschusses Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, der TU Berlin, des ISO/TC 43/SC 1/WG 54, des Umweltbundesamtes, des Landes Berlin, der DEGA und anderer interessierter Kreise, in Berlin im Deutschen Institut für Normung e. V. über das Thema "Kinder, Lärm, Lebenswelten". In erneuerter Kooperation und im Verbund mit der "Hear the World Foundation" kommt jetzt der Soundscape-Ansatz ins Spiel. Das neue Konzept wird vorgestellt.

Vorkolloquium: Strömungsakustik

In der Strömungsakustik wird die Entstehung, Berechnung, Messung und Minderung strömungsbedingter Geräusche behandelt. Das Vorkolloquium Strömungsakustik behandelt Grundlagen zum Verständnis der Geräuscherzeugung durch Strömung. In den Vorträgen des Vorkolloquiums werden prinzipielle Ansätze und praktische Beispiele von Geräuschminderungsmaßnahmen dargestellt. Weitere Themenkomplexe sind die akustische Messtechnik in strömendem Medium, die Schallquellenlokalisierung mit Mikrofonarrays und die Berechnung von strömungsinduzierten Schwingungen sowie die numerische Berechnung.

Mo. 13:10 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Von der Strömungsmechanik zur Strömungsakustik

F. Kameier

FH Düsseldorf, Fachgebiet Strömungstechnik und Akustik

Die Strömungsmechanik und die klassische Akustik basieren auf gleichen physikalischen Axiomen, die Lösung der Gleichungssysteme erfolgt allerdings mittels grundlegend unterschiedlicher Vereinfachungen. In der Strömungsakustik ist es notwendig, die Teilgebiete der mechanischen und thermodynamischen Physik zusammenzuführen. In dem Grundlagenvortrag wird der unterschiedliche Sprachgebrauch der beiden Fachgebiete verdeutlicht. In der Strömungsmechanik interessiert man sich wie in der Akustik für die örtliche und zeitliche Änderung von Drücken und Geschwindigkeiten. Die Akustik ist hinsichtlich der physikalischen Gleichungen bei einer Schallausbreitung in Festkörpern ein Spezialgebiet der Mechanik, bei einer Schallausbreitung in Fluiden ein Spezialgebiet der Strömungsmechanik oder bei einer Ausbreitung in Gasen der instationären Aerodynamik. Die akustischen Gleichungen lassen sich aus den strömungsmechanischen herleiten nicht aber umgekehrt. Schall wird in Gasen durch die Auslenkung der Fluidteilchen ange regert, aufgrund der thermodynamischen Zusammenhänge führt dies zu einer Dichte- und Druckschwankung. Breitet sich die Druckschwankung mit einer speziellen materialabhängigen Geschwindigkeit aus, so nennt man sie Schall druckschwankung und die Ausbreitungsgeschwindigkeit Schallgeschwindigkeit. Man unterscheidet Schallausbreitung in Fluiden und Festkörpern. Breitet sich eine Druckschwankung mit einer konvektiven Strömungsgeschwindigkeit aus und ist die Druckschwankung mit einer Schallabstrahlung korreliert, so handelt es sich um ein strömungsakustisches Phänomen. Das für den Akustiker selbstverständliche Denken in Frequenzspektren ist für den Strömungsmechaniker eher ungewohnt und unanschaulich.

Mo. 13:40 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Charakterisierung von aeroakustischen Schallquellen mit Mikrofonarrays

E. Sarraj

BTU Cottbus

Zur Identifikation von aeroakustischen Schallquellen und ihrer Wirkmechanismen sind experimentelle Untersuchungen oft unumgänglich. Ausgehend von einem kurzen Überblick über die dazu prinzipiell zur Verfügung stehenden Methoden wird im Beitrag erläutert, unter welchen Umständen der Einsatz von Mikrofonarraytechnik von Vorteil ist. Generell können mit Hilfe von Mikrofonarrays der Ort, die Stärke, die Richtcharakteristik sowie das Spektrum von Schallquellen bestimmt werden. Auf die jeweils nötigen Voraussetzungen und die Qualität der dabei zu erwartenden Ergebnisse wird eingegangen.

Im Anschluss wird die prinzipielle Funktionsweise der Messung mit Hilfe von Mikrofonarrays erläutert. Dabei wird ein Überblick über einfache und fortgeschrittene Beamforming-Algorithmen gegeben. Außerdem wird darauf eingegangen, auf welcher Grundlage Schalldruckkartierungen erstellt werden und es wird erläutert, wie aus den Ergebnissen quantitative Informationen über die Spektren der Quellsignale ermittelt werden. Anhand von Beispielen wird der praktische Aufbau von Mikrofonarrays beschrieben und der Einsatz von Mikrofonarrays in Windkanälen sowie für Messungen an bewegten Schallquellen demonstriert. Dabei wird auch auf die erforderlichen Auswertetechnologien für die anfallenden großen Datenmengen eingegangen, die für einen produktiven Einsatz der Mikrofonarraymesstechnik in diesem Zusammenhang erforderlich sind.

Mo. 14:20 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Grundlagen zur Aeroakustik von Tragflügel- und Schaufelprofilen

J. Giesler und T. Geyer

BTU Cottbus

Die Mechanismen der Schallentstehung an umströmten Tragflügeln und Schaufelprofilen, wie sie zum Beispiel an Windkraftanlagen, Ventilatoren und Turbomaschinen auftreten, sind seit vielen Jahren Gegenstand der strömungsakustischen Forschung. Der Ort der dominierenden Schallentstehung am Profil hängt von der Art der Zuströmung ab: Ist diese wenig turbulent, so entsteht Schall vornehmlich an der Hinterkante des Profils sowie gegebenenfalls auch an der Flügelspitze. Bei einer relativ turbulenten Zuströmung ist der Ort der Schallentstehung im Wesentlichen die Profilvorderkante.

Im Vortrag werden zuerst wichtige Größen zur Beschreibung der Aerodynamik von Tragflügeln erklärt. Anschließend werden theoretische

Grundlagen sowie Modelle und Verfahren zur Abschätzung der Schallentstehung von Vorder- und Hinterkantenschall in Abhängigkeit der Geometrieparameter des Profils sowie der strömungsbeschreibenden Größen erläutert. Dazu zählen Erkenntnisse zum physikalischen Schallentstehungsmechanismus, zur spektralen Beschaffenheit sowie zur Richtcharakteristik der Schallquellen und zur Gestaltung lärmarmer Profile. Nach Darlegung des Stands der Forschung werden derzeit diskutierte Fragestellungen zur Thematik der aeroakustischen Schallentstehung an Profilen benannt.

Abschließend werden Ergebnisse aus eigenen Messungen der Schallentstehung an der Vorderkante und Hinterkante von Profilen in einem Freistrahwindkanal präsentiert. Diese Ergebnisse werden mit vorhandenen Modellen zur Vorhersage von Vorder- und Hinterkantenschall verglichen.

Mo. 14:50 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Strömungsakustik von Fahrzeugen

R. Blumrich

FKFS, Stuttgart

Das Geräusch eines Kraftfahrzeuges setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen und hängt wesentlich vom Betriebszustand ab. Bei niedrigen Geschwindigkeiten (bis ca. 50 km/h) dominiert in der Regel das Antriebsgeräusch, besonders bei hoher Motorlast. Bei geringer Motorlast kann das Reifen-Fahrbahn-Geräusch (im Inneren das Rollgeräusch) hier schon den größten Beitrag liefern, vor allem aber im Geschwindigkeitsbereich zwischen ca. 50 und 100 km/h. Mit weiter zunehmender Fahrgeschwindigkeit gewinnen die Umströmungsgeräusche wesentlich an Bedeutung. Je nach Fahrzeug und Reifen-Fahrbahnkombination werden sie ab ca. 120 km/h dominant. Hauptschallquellen sind hierbei Anbauteile (z.B. Antenne, Außenspiegel, Scheibenwischer, Dachreling), spezielle Geometrien (z.B. A-Säulen, Radhäuser, Unterboden, Spalte), sowie Schiebedach- und Seitenfensterwummern, andere Hohlraumresonanzen, Undichtigkeiten (Dichtungssysteme), Lüfter und Klimaanlage. Die Quellen agieren nach unterschiedlichen Mechanismen, die man in Monopol-, Dipol- und Quadrupolstrahler einteilen kann. Letztere spielen in der Fahrzeugaeroakustik normalerweise keine Rolle. Die hier beschriebenen Effekte werden i. d. R. in speziellen aeroakustischen Windkanalanlagen mit wenig turbulenter Anströmung untersucht. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der Reduzierung der Innengeräusche zur Steigerung des Fahrkomforts. In jüngster Zeit gibt es Bestrebungen, eine turbulente, instationäre Anströmung bei der Fahrzeugentwicklung zu berücksichtigen, um der Realität auf der Straße näher zu kommen.

Mo. 15:30 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Strömungsakustik und 'Low Noise Design' bei RadialventilatorenS. Schönwald und F. Kameier*FH Düsseldorf, Fachgebiet Strömungstechnik und Akustik*

In der Strömungsakustik arbeiten ganz unterschiedliche Fachdisziplinen an Aufgabenstellungen, die dem allgemeinen Maschinenbau zuzurechnen sind. Ein Wissen aus der Physik, Elektrotechnik, Thermodynamik, Schwingungs-, Festigkeits- und Strömungslehre und im speziellen aus der Aerodynamik ist dabei zu kombinieren. Grundlegende Verfahren, mit denen sich die strömungsmechanische Geräuscherzeugung simulieren lässt, stehen bisher nicht wirklich zur Verfügung. Dennoch ist es bereits im Konstruktionsprozess möglich, strömungsinduzierte Geräuschenstehungsmechanismen zu berücksichtigen, um leise aber dennoch effiziente Maschinen zu konstruieren.

Beispielhaft werden komplexe Entstehungsmechanismen und technische Umsetzungen diskutiert. Neben dem Konstruktionsprozess leiser Strömungsmaschinen am Beispiel von Radialventilatoren werden Präventivmaßnahmen zur Geräuschreduktion an freistrahllähnlichen Anwendungen beschrieben. Für Radialventilatoren wird ein CAE-Verfahren vorgestellt, das an der FH Düsseldorf im Rahmen der anwendungsorientierten Forschung entwickelt wird. Leise und effiziente Maschinen bestehend aus Laufrad und Spiralgehäuse werden vollständig automatisiert virtuell konstruiert. Die 3-D Modelle werden sowohl für strömungsmechanische als auch im Sinne von Festigkeit und Schwingung numerische Simulationsrechnungen verwendet.

Mo. 16:00 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Grundlagen zur Simulation gekoppelter ProblemstellungenD. Sternel*TU Darmstadt, Num. Berechnungsverfahren im Maschinenbau*

Mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Computer ist es möglich, immer komplexere Problemstellungen zu simulieren. Die Kopplung verschiedener physikalischer Probleme stellt dabei eine besondere Herausforderung dar.

In diesem Grundlagenvortrag werden unterschiedliche Kopplungsmöglichkeiten - die zum Teil auch in kommerziellen Berechnungsprogrammen verwendet werden - und ihre Beschränkungen vorgestellt. Anhand eines Konzeptes zur Fluid-Struktur-Akustik-Kopplung für moderate Strömungsgeschwindigkeiten, in dem die akustischen Quellen aus dem zeitlich aufgelösten Strömungsfeld bestimmt werden, werden die Prinzipien und mögliche Einschränkungen verdeutlicht.

Mo. 16:30 2B

Vorkolloquium Strömungsakustik

Strömungsakustische Quellenbeschreibung mittels RANS unter ANSYS WorkbenchR. Heinze und S. Wagner*FH Düsseldorf, Fachgebiet Strömungstechnik und Akustik*

Strömungsakustische Berechnungen stehen im Fokus einer Reihe von Forschungsprojekten. In der industriellen Praxis ist es bisher eher nicht möglich, die Schallabstrahlung strömungsakustischer Quellen mit vertretbarem Aufwand zu berechnen. Die physikalischen Quellen und ihre Quellstärke müssen quasi bekannt sein. Semiempirische Ansätze helfen, die Größenordnung einer möglichen Schallausbreitung abzuschätzen.

Zur konstruktiven Verbesserung technischer Anwendungen ist es aber bereits möglich, konventionelle CFD-Rechnungen durchzuführen, um die Strömungstopologie zu verstehen und um Optimierungsansätze zu entwickeln. Beispielhaft werden eine Zylinder-Platte-Konfiguration, die Staulippe eines Personenkraftwagens und die Konstruktion eines neuen Windkanals vorgestellt.

Vorkolloquium: Tonstudioteknik und Elektroakustik

Mo. 12:00 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Vom Wackelkontakt zum Digitalen Mikrofon

W. Niehoff

Sennheiser electronic GmbH & Co. KG

Es wird der Entwicklungsweg der Mikrofone vom definierten Wackelkontakt des Philip Reis (1861) bis zu den modernen Studiomikrofonen beschrieben. Die Leistungsfähigkeit einiger Wandlerprinzipien wird über Skalierungen verdeutlicht.

Mo. 12:25 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Richtrohr-Mikrofon mit digital erhöhter Richtwirkung

C. Faller^a und H. Wittek^b

^a*ILLUSONIC*; ^b*Schoeps Mikrofone GmbH*

Richtrohr Mikrofone sind immer noch der Stand der Technik, wenn es darum geht höchste Richtwirkung mit hoher Audioqualität zu erreichen. Im Gegensatz zu Beamformern erzeugen gute Richtrohre wenig Schallverfärbungen. Ein digital erweitertes Richtrohr wird beschrieben, das ein zweites, rückwärtsgerichtetes Nierenmikrofonelement benutzt. Adaptive Signalverarbeitung resultiert in einem Signal mit erhöhter Richtwirkung und im Pegel reduzierten Diffusfeld. Zusätzlich wird die Rückkeule des Richtrohrs unterdrückt.

Mo. 12:50 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Welche Lautsprecherdaten werden für eine aussagekräftige Simulation benötigt?

A. Goertz^a, M. Makarski^b und S. Feistel^c

^a*IFAA, Herzogenrath*; ^b*IFAA, Würselen*; ^c*ADA Acoustic Design Ahnert*
Simulationsprogramme für akustische Berechnungen von Räumen und Beschallungsanlagen berücksichtigen Lautsprecher in der Regel als Balloon-Datensatz mit 5° Winkelauflösung. Herkömmliche Lautsprecher können mit diesem nur im Fernfeld des Lautsprechers gültigen Format hinreichend gut dargestellt werden. Komplexere Anordnungen wie Line-Arrays oder DSP-gesteuerte Zeilen erfordern jedoch aufgrund des sehr weit ausgedehnten Nahfeldes eine korrekte Betrachtung und Darstellung der Schallabstrahlung sowohl für das Fernfeld, wie auch für das Nahfeld. Im ersten Teil beschäftigt sich dieser Beitrag mit den dafür erforderlichen Voraussetzungen. Ebenfalls von großer Bedeutung ist die richtige Vorhersage des erreichbaren Maximalpegels durch die Simulation. Hier gehen die Parameter der Belastbarkeit der einzelnen Lautsprecherwege, die verfügbare Verstärkerleistung und die Filtereinstellungen in die Berechnungen ein. Diese Werte in ihrer Gesamtheit betrachtet, zusammen mit der spektralen Zusammensetzung und dem Crestfaktor des Nutzsignals, ermöglichen die Vorhersage der erreichbaren Maximalpegel.

Mo. 13:30 2A

Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Aufnahme und Wiedergabe von Schallfeldern mit KugelarraysG.K. Behler^a, M. Pollow^a, H. Pomberger^b und F. Zotter^b^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*; ^b*Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz*

Ziel einer räumlichen Aufnahme- und Wiedergabetechnik ist die exakte Abbildung, bzw. Rekonstruktion des Schallfeldes bezüglich eines Beobachtungspunktes. Die benötigte räumliche Auflösung kann dabei durch kugelförmige Arrays erreicht werden, die je nach Anwendungsgebiet kompakt oder umschließend konstruiert sind. Diese Systeme erlauben die Analyse und Synthese (mit Mikrofon- bzw. Lautsprecherarrays) von einfallenden und abgestrahlten Schallwellen (zur Ermittlung von Raumschallfeldern bzw. Richtcharakteristiken). In diesem Vortrag wird eine Übersicht über Anwendungsmöglichkeiten von sphärischen Arrays gegeben und die verschiedenen Methoden möglicher Implementierungen diskutiert.

Mo. 13:55 2A

Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Statische und dynamische Messung der nichtlinearen Kraftfaktorkennlinie $Bl(x)$ in LautsprechersystemenW. Klippel^{a,b}^a*KLIPPEL GmbH*; ^b*TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Der elektrodynamische Kraftfaktor $Bl(x)$ ist in realen Wandlern nicht ein konstanter Koppelparameter, sondern eine nichtlineare Funktion der Schwingspulenaußenlenkung x . Diese nichtlineare Funktion ist nicht nur eine der wichtigsten Verzerrungsursachen in Lautsprechersystemen, sondern erklärt den Zusammenhang zwischen konstruktiver Gestaltung des Wandlers (Ursache) und dem resultierenden Großsignalverhalten (Symptome). Seit über 10 Jahren kann diese Nichtlinearität über eine einfache Strom- und Spannungsmessung und der nichtlinearen Systemidentifikation bestimmt werden. In diesem Beitrag wird eine alternative statische Messmethode vorgestellt, die Feldverlauf der magnetischen Felddichte mit Hilfe eines Hallsensors und eine mechanische Scannvorrichtung bestimmt. Die Messergebnisse beider Messverfahren werden miteinander verglichen und der Einfluss des Schwingspulenstromes i auf den Kraftfaktor $Bl(x,i)$ werden diskutiert.

Mo. 14:20 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Binaurale Aufnahmeverfahren - Probleme und Lösungsansätze

S. Weinzierl

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Auch 40 Jahre nach der Einführung des Kunstkopfs sind bestimmte Probleme der binauralen Aufnahme und Wiedergabe nicht befriedigend gelöst. Dazu gehört die individuelle Anpassung der kopfbezogenen Übertragungsfunktionen auf den einzelnen Hörer, das Ermöglichen einer dynamischen, auf die Kopfbewegungen des Hörers reagierenden Wiedergabe und die Entzerrung des Gesamtsystems von Aufnahme und Wiedergabe. Der Vortrag gibt einen Überblick über aktuelle Ansätze zur Lösung dieser Probleme, von der Entwicklung binauraler Roboter mit beweglichem Kopf über auf einer Kugeloberfläche eingesetzte Mikrofonarrays bis zur Interpolation binauraler Raumimpulsantworten aus sphärischen Array-Aufnahmen.

Mo. 14:45 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Der Phonitor - Das Erstellen von Audiomischungen über Kopfhörer

H. Gier

SPL electronics GmbH

Der Vortrag beschreibt, wie es zur Entwicklung des Phonitor-Kopfhörerverstärkers kam, welche Probleme gelöst und welche Erkenntnisse auf dem Weg zur Lösung des Entwicklungsvorhabens gewonnen wurden. Vorgestellt werden die Parameter "Crossfeed", "Speaker Angle" und "Center Level", mit deren Hilfe eine lautsprechertypische Klangwiedergabe über Kopfhörer erzielt werden kann, so dass Audiomischungen auch in den kritischen Parametern wie Hall, Panorama und Entzerrung ebenso präzise über Kopfhörer beurteilt werden können wie über Lautsprecher. Erläutert werden die Begriffe "interaurale Pegeldifferenz" und "interaurale Laufzeitdifferenz" sowie deren Berechnung für die Parameter "Crossfeed" und "Speaker Angle". Darüber hinaus wird die Notwendigkeit der bisher in der Literatur nicht vorgestellten "Center Level"-Regelung beschrieben.

Mo. 15:25 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Akustik im Rundfunk - im Wandel verschiedener Nutzungsprofile

K. Goebels^a und S. Goossens^b

^aWDR Köln; ^bIRT GmbH, München

In den Funkhäusern der öffentlich rechtlichen Rundfunkanstalten findet man heute häufig eine zweigeteilte "Akustik-Welt". Während weiterhin (oder auch wieder) bewährte akustische Anforderungen / Standards in Neu- und Umbauten der hochwertigen Produktionskomplexen für Wort- und Musikproduktion realisiert werden, lassen sich bei den aktuellen "broadcast-Szenarien" in "open-office"-Landschaften nur sehr begrenzte raum- und bauakustische Maßnahmen realisieren. Der Vortrag beschreibt die z.T. gewandelten akustischen Bauweisen von einigen in der

letzten Zeit realisierten Bauvorhaben verschiedener Rundfunkanstalten unter diesem differenzierten Blickwinkel. Anhand von Messwerten und Fotos werden die unterschiedlichen Anforderungsprofile dokumentiert.

Mo. 15:50 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Akustische Anforderungen und Konsequenzen für den Studiobau

E.-J. Völker und W. Teuber

Institut für Akustik und Bauphysik

Der Studiobau ist ausgerichtet auf optimale Mikrofonaufnahme und Lautsprecherwiedergabe. In allen Fällen gibt es vor dem Mikrofon oder vor dem Abhörlautsprecher ein typisches akustisches Schallfeld, das durch wandelbare Akustik oder feste akustische Installationen eingestellt werden kann. Betroffen sind Schallreflexionen, die nicht nur beim Tonmeister und Toningenieur im Regieraum richtig zu Gehör kommen sollen, sondern auch bei den Hörern zu Hause, wenn eine Direktübertragung erfolgt oder eine Aufzeichnung gesendet wird. Störungen dieser Schallübertragung können im Studio oder beim Hörer zu Hause auftreten. Ihre Unterdrückung oder Verminderung bedeutet einen bautechnischen Aufwand, wie er bei Studiobauten typisch ist. Erhöhte Anforderungen beim Wohnungsbau kommen hinzu. Der Schallschutz muss stimmen, ebenso die gute Sprachverständlichkeit. Die Aufnahme- und Abhörgeohnheiten haben sich geändert. Dieses betrifft die Nahbesprechung der Mikrofone und auch das Nahabhören am Regietisch oder im Wohnzimmer. Es stellt sich die Frage, ob dadurch frühere hohe Ansprüche zurückgenommen worden sind, um preiswerter zu bauen und billiger zu produzieren. Es bleiben jedoch Mindestanforderungen und ihre Erfüllung im Studiobau. Dabei wird auf die unterschiedlichen Studios ebenso eingegangen wie auf bautechnische Konsequenzen. Das Funkhaus in Düsseldorf ist mit seinen Festsehstudios, Regieräumen, Synchronstudios, Sprecherräumen und vielen Funktionsräumen ein gutes Beispiel für einen gelungenen Studiobau.

Mo. 16:15 2A Vorkolloquium Tonstudioteknik / Elektroakustik

Konzeption und Aufbau eines Hörlabors mit einem Wellenfeldsynthesystem

D. Leckschat, B. Meyenberg und S. Versümer

Fachhochschule Düsseldorf, ISAVE

Im Rahmen der Neugestaltung eines Labors für Hörversuche wurde die Integration eines Wellenfeldsynthese-Wiedergabesystems konzipiert und umgesetzt. Bei der raumakustischen Behandlung wurden alle Frequenzbereiche berücksichtigt und durch geeignete Maßnahmen eine studiotaugliche Nachhallzeit eingestellt. Das WFS-System besteht aus 120 Lautsprecherkanälen, wobei die Lautsprecher über eigens gefertigte, hocheffiziente ClassD-Mehrkanalverstärker angesteuert werden. Die in der FH Düsseldorf entstandene WFS-Software wird auf die Konfiguration in diesem Labor angepasst.

Fachvorträge und Poster am Dienstag, den 22.03.2011

Sitzung „Elektroakustik 1 - Beschallung“

Di. 14:00 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Die neue DIN 18040 zur Barrierefreiheit - Auswirkungen auf die Akustikplanung

H. Seidler

Uniklinikum Dresden

Nachdem im letzten Jahr die UN-Konvention für Menschen mit Behinderungen auch in Deutschland in Kraft trat, wird es nun endlich konkreter für Planer: die neu erschienene DIN 18040 Teil 1 formuliert für öffentliche Gebäude die Anforderungen für sensorisch oder körperlich eingeschränkte Personen. Welche Auswirkungen hat das nun auf die Akustikplanungen? In den Bereichen Bauakustik, Raumakustik, Beschallungstechnik und Höranlagen sind nun Forderungen formuliert, die in absehbarer Zeit gesetzesebene Wirkung bekommen.

Der Beitrag vermittelt die Schwerpunkte bei der Akustik in öffentlichen Gebäuden und setzt einen zusätzlichen Fokus auf die Belange hörgeschädigter Menschen. Im Gegensatz zu geläufigen Meinungen sind die Maßnahmen überschaubar und sparsam, müssen aber bekannt und - wie nicht anders zu erwarten - möglichst in der Planungsphase beachtet werden. Dann entfalten sie auch die unterstützende Wirkung einer guten Kommunikationsumgebung für alle.

Di. 14:25 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Variantenstudie zur Beschallung akustisch schwieriger öffentlicher Räume

A. Goertz^a, A. Schmitz^b und M. Makarski^c

^a IFAA, Herzogenrath; ^b IFAA / TAC, Korschenbroich; ^c IFAA, Würselen

Aus einer Vielzahl Planungen von Beschallungsanlagen in öffentlichen Räumen mit durchweg schwierigen akustischen Randbedingungen haben sich je nach Ausgangsposition verschiedene Lautsprecherkonzepte als erfolgversprechend herauskristallisiert. Als besonders problematisch haben sich dabei große Bahnhofshallen erwiesen, die über teilweise sehr lange Nachhallzeiten (3-6s) in Kombination mit einem hohen Störpegel (85 dBA) verfügen. Anhand eines konkreten Beispiels aus der Praxis sollen hier verschiedene Lautsprecherkonzepte und deren Ergebnisse miteinander verglichen werden. Die Bewertung erfolgt in Bezug auf die erreichte Sprachverständlichkeit (STI) und den mit Sprachsignalen möglichen Maximalpegel unter Berücksichtigung der einschlägigen Normenwerke (VDE 0828, EN 60268-16, VDE 0833-4).

Di. 14:50 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Beschallungskonzepte für BahnhöfeA. Schmitz^a, A. Goertz^b und M. Makarski^c^aIFAA / TAC, Korschenbroich; ^bIFAA, Herzogenrath; ^cIFAA, Würselen

Die Qualität der Beschallungsanlagen auf Bahnhöfen rückt immer mehr in den Fokus der Bahnbetreiber. Dies nicht nur, weil die Kunden allzu oft die Qualität der Durchsagen beanstanden, sondern insbesondere auch weil die einschlägigen Normen zur Sprachalarmierung im Not- und Brandfall (VDE 0828 und VDE 0833-4) eine Mindestsprachqualität fordern, die auch bei den Plan- und Abnahmeprüfungen zunehmend durchgesetzt wird. Im Rahmen des Vortrages wird aufgezeigt, welche Anforderungen speziell an die Lautsprecherkonzepte in den verschiedenen Bahnhofsbereichen (Eingangshalle, Passagen und Bahnsteigbereiche) zu stellen sind und welche Beschallungskonzepte sich in Abhängigkeit der raumakustischen und denkmalpflegerischen Randbedingungen als geeignet erweisen. Dabei werden auch die Widersprüche diskutiert, die sich im Spannungsfeld der beschallungstechnischen Planung für Bahnhöfe immer wieder zeigen.

Di. 15:15 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

A Study of Low Frequency Sound Propagation through Listeners

E. Shabalina, M. Kaiser und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The paper deals with operation of subwoofers in large sound reinforcement systems. In order to provide an even sound pressure level distribution over the listening area, subwoofers are often placed in a row in front of the stage. In this case low frequency sound propagates through the crowd, a complex inhomogeneous medium. Although one can expect additional attenuation of sound pressure level with the distance in comparison to the free field sound propagation, both simulations and measurements show a certain redistribution of sound pressure level. The paper presents and discusses results of Boundary Element Method simulations of low frequency sound propagation through crowd represented by a set of cylinders; scale laboratory measurements and live measurements with listeners at open-air concerts.

Di. 15:40 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Ein durchgängiges systemtheoretisches Modell für die Audio-Wiedergabe in Fahrzeugen

G.K. Behler, M. Aretz und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Übertragungseigenschaften der car-fidelity oder infotainment Anlage eines modernen PKW sind aufgrund der vielen heute verwendeten und an sehr unterschiedlichen Einbauorten platzierten Lautsprechersysteme nicht einfach zu erfassen. Insbesondere ist es für die vorausschauende Planung im Vorentwicklungsstadium schwierig, zuverlässige Daten zu erzielen. Aus diesem Grund wurde am ITA in den letzten Jahren intensiv an der hochwertigen Simulation der Fahrzeuginnenraumakustik gearbeitet und eine vollständige, integrierte Umgebung für die Berechnung und Auralisierung geschaffen. Ein wichtiger Bestandteil dieser Umgebung betrifft die Ankopplung der elektroakustischen Komponenten an das Schallfeld und die hierdurch auftretende Rückwirkung. Während bei tiefen Frequenzen die Übertragungsfunktion über eine FEM-Rechnung ermittelt werden kann und damit direkt die komplexe Lastimpedanz am Wandler ermittelt wird, muss bei hohen Frequenzen eine Berechnung über Raytracing/Spiegelquellen erfolgen, die energetisch basiert ist und keine Feldimpedanz liefert. Beide Seiten werden in dem vorgestellten Modell zusammengeführt und für die Berechnung einer breitbandigen und für die Auralisierung nutzbaren Übertragungsfunktion verwendet.

Di. 16:05 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Gibt es eine optimale Kabelgeometrie für Lautsprecherkabel?D. Sukalo*DSLAb-Device Solution Laboratory*

Eine gezielte Reduzierung der externen Induktivität mit bestimmter Kabelgeometrie gilt bis heute als allgemeine Empfehlung zur klanglichen Optimierung eines Lautsprecherkabels. Abgesehen davon lässt das Minimumprinzip der Natur den Strom in den Signalleitern immer so fließen, dass ein Minimum an Energie im Übertragungsprozess eingesetzt wird. Gibt es eine optimale Kabelgeometrie, welche einem absoluten Energieminimum entspricht? Magnetische Interaktion im Kabel zur Starkstromübertragung kann minimiert werden, wenn die notwendige elektrische Leistung für den Aufbau des magnetischen Feldes im Übertragungsprozess zeitlich nur vom Signal und nicht von der Ladungsträgerperturbation entlang des Kabels abhängig ist. Die Abhängigkeit der Leistung von der Steilheit des Signals und von der Induktivität des Signalwegs lässt vermuten, dass angesichts des Energieminimums eine optimale Induktivität des Kabels gefunden werden kann. Gestützt auf Erfahrungen und Beobachtungen auf diesem Gebiet geht optimale Kabelgeometrie aus Geltung folgender Prämisse hervor: Induktivität jedes einzelnen Signalleiters während der andere Signalleiter offen ist und die Induktivität des

Kabeln an beliebigem Kabelende während das andere Kabelende kurzgeschlossen bleibt, haben alle untereinander den gleichen Wert. Abschliessend werden zwei bevorzugte Ausführungen des Lautsprecherkabels gemäß diesem Designmerkmal berechnet, nämlich ein Doppelleiter und ein Koaxialkabel. Weitere klanglich relevante Parameter des Lautsprecherkabels sind nach ihrer Wichtigkeit aufgelistet.

Di. 16:55 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Übertragungsfunktionen für beliebige Quellrichtcharakteristika - Teil 1: Synthese

M. Kunkemöller, M. Pollow, P. Dietrich und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Schallquellen - ganz gleich ob Musikinstrumente oder Lautsprecher - haben im Allgemeinen eine frequenzabhängige und zu hohen Frequenzen ausgeprägtere Richtcharakteristik, welche sich durch eine Zerlegung in sphärische, orthonormale Basisfunktionen als Satz von Spherical Harmonics Koeffizienten effizient beschreiben läßt.

Dies liefert die Motivation für ein messtechnisches Verfahren, das die Luftschallübertragungsfunktion (z.B. in einem Raum) für beliebige richtende Schallquellen durch Superposition von Einzelmessungen mit unterschiedlichen aber bekannten Richtcharakteristiken bestimmt. Letztere stammen dabei von einem 12-kanaligen Dodekaeder-Lautsprecher, dessen Einzelwandler getrennt angesteuert und dessen Orientierung mit Hilfe einer automatisch drehbaren Messvorrichtung justiert werden kann. Die Richtcharakteristika dieser Einzelquellen lassen sich ebenfalls in einen Satz sphärischer Basisfunktionen zerlegen, wobei für jede dieser Einzelquellen eine Übertragungsfunktion (z.B. im Raum) gemessen wird. Mittels Matrizeninvertierung werden damit die Übertragungsfunktionen der einzelnen sphärischen Basisfunktionen berechnet. Damit kann durch eine mit den Spherical Harmonics Koeffizienten der gewünschten Quelle gewichtete Superposition die synthetisierte Übertragungsfunktion für diese Quellrichtcharakteristik im Nachhinein errechnet werden.

In diesem Beitrag sollen die theoretischen Ansätze des Verfahrens, die Grenzen, sowie dessen Aufbau dargestellt und an Hand von Messungen validiert werden.

Di. 17:20 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Übertragungsfunktionen für beliebige Quellrichtcharakteristika - Teil 2: Anwendung

P. Dietrich, M. Kunkemöller, M. Pollow und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Basierend auf einer neuen Messmethode (vgl. Teil 1) zur Bestimmung von universell einsetzbaren Übertragungsfunktionen für richtende Schallquellen sollen mittels eines Anwendungsbeispiels das Potential aber auch die Grenzen dieser Methode aufgezeigt werden. Es wurde die Übertragungsfunktion eines richtenden Ein-Wege-Lautsprechers mit ausgeprägter Richtcharakteristik in unterschiedlichen Räumen gewählt. Es soll untersucht werden, wie gut sich mit dem Verfahren, die z.B. in der Raumakustik aufkommenden Messungen zur Untersuchung von Messunsicherheiten abbilden lassen. Hierbei werden die Schallquellen mittels eines Drehtellers um ihre vertikale Achse gedreht und es werden in mehreren Winkelschritten Raumübertragungsfunktionen bestimmt. Die vorgestellte Methode bietet dabei den Vorteil, dass ohne a-priori Kenntniss der später eingesetzten Quelle, z.B. eines kommerziellen Dodekaeder-Lautsprechers, der Raum vermessen und im Nachhinein der Einfluss der entsprechenden Quelle durch Berechnung untersucht werden kann.

In diesem Beitrag sollen die Messungen eines realen, gedrehten Lautsprecher mit den synthetisierten Daten des vorgestellten Verfahrens und eines virtuell gedrehten Lautsprechers verglichen und hinsichtlich ihrer Impulsantwort und ausgewählter Parameter analysiert werden.

Di. 17:45 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Kopfhörerbeschallung und 3D-Sound - ein akustisches Mysterium für den Normalverbraucher?

F.M. König

FKE / Ultrason

Dank miniaturisierter Tonwiedergabegeräte um das allgegenwärtige mp3-Verfahren erfuhren Kopfhörer in diesem Jahrzehnt einen "big Hype". Hingegen die Adaption auf unsere individuellen Ohren sowie der eigentlich erwünschte, dreidimensionale Klang ist auf kommerzieller Hi-Fi-Ebene nicht zu haben - warum? Eine alte Fragestellung und doch lassen sich frühere Erkenntnisse in der Kopfhörer-Psychoakustik inspirierend auffrischen: "Mischlösungen versus DSP"? Gerade Mobiltelefone oder kleine mp3-Player sollten mit beliebigen (Stöpsel-) Kopfhörern einen 3D-Sound für beliebige Kunden erzeugen (vgl. AES- Standardisierungsbestrebungen). Was bleibt da auf der Strecke? Ferner werden mit diesem Beitrag einige, eventuell "grenzwissenschaftlich" anmutende Gedanken um die kopfbezogene Beschallung angerissen.

Di. 18:10 3A

Elektroakustik 1 - Beschallung

Electro-acoustic transducers in active feedback control for hearing aids

T. Zurbrügg und A. Stirnemann

Phonak AG

While delays in the sub-millisecond range are barely audible under standard operating conditions, they can impose critical limitations in a feedback-control setup where they are part of a closed-loop system. As stated by Blauert et al. [1] over 30 years ago, common loudspeakers and earphones are not necessarily minimum-phase systems. It was later published by Buck et al. [2] that balanced-armature receivers were found to exhibit an additional delay not present in some other transducer types. In the context of active feedback control in hearing aids, the excess phase (i.e. the difference between the total phase and the phase of the corresponding minimum-phase system) is examined, cross-checking measurements with simulations based on two-port models. The results for balanced-armature transducers, which are typically used in hearing aids, are compared to moving-coil transducers, which are typically used in consumer electronics.

Sitzung „FORLärm“

Di. 14:00 3D

FORLärm

Beitragsanalyse des Fahrzeugaußengeräuschs bei der simulierten Vorbeifahrt unter Verwendung von BetriebsmessungenJ. Putner^a und M. Lohrmann^b^a*AG Technische Akustik, MMK, TU München;* ^b*MüllerBBM Vibroakustik Systeme GmbH*

Immer komplexere Anforderungen an das Außengeräusch von Fahrzeugen, zum Beispiel durch strengere gesetzliche Vorgaben, erfordern eine detailliertere Analyse der beteiligten Schallquellen. Die simulierte Vorbeifahrt hat sich als Methode zur realitätsnahen Ermittlung des Schallpegels von Fahrzeugaußengeräuschen etabliert. Es wird ein Verfahren zur Analyse dominanter Beiträge zum Fahrzeugaußengeräusch auf Basis der Übertragungsfunktionen zwischen den Schallquellen am Fahrzeug und den Mikrofonen entlang der simulierten Vorbeifahrtstrecke vorgestellt. Die benötigten Übertragungsfunktionen werden im betrachteten Fall mittels Transferpfadanalyse aus Betriebsmessungen bestimmt. Durch Transferpfadsynthese werden anschließend aus Quellsignalen einer simulierten Vorbeifahrtmessung die Beiträge an den Vorbeifahrt-Mikrofonen bestimmt. Als Ergebnis erhält man den simulierten Vorbeifahrtpegel einzelner Quellen als Funktion der Fahrzeugposition auf der Vorbeifahrtstrecke.

Di. 14:25 3D

FORLärm

Strömungsakustik an einem vereinfachten Fahrzeugklimasystem

T. Biermeier und S. Becker

Univ. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik

Fahrzeugklimatisierungssysteme werden luftseitig durch die Rotationsbewegung des Laufrades im Lüftermodul, sowie durch die turbulente Durchströmung der einzelnen Komponenten zu Schwingungen angeregt. Das vom jeweiligen Betriebspunkt abhängige Strömungsfeld, Hohlraummoden und Strukturschwingungen prägen die zwangsläufig resultierende, aber unerwünschte Schallabstrahlung. Bei bisherigen Lösungsansätzen stand die akustische Optimierung von Einzelkomponenten im Vordergrund. Auf Grund der vielfältigen Interaktion von strömungs- und strukturmechanischen, sowie akustischen Phänomenen kann aber nur durch eine ganzheitliche Betrachtung des Systems Fahrzeugklimaanlage ein optimaler, geräuscharmer Zustand erreicht werden.

Um ein besseres Systemverständnis zu entwickeln und die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse zu gewährleisten, wird ein komplementärer Ansatz gewählt. Basierend auf experimentellen Untersuchungen an Serienfahrzeugen wurde eine vereinfachte Lüftungsanlage erstellt. Das vereinfachte Modell berücksichtigt alle relevanten akustischen Eigenschaften, wie z.B. breitbandiges Strömungsrauschen in Luftführungen oder an den Absperrklappen entstehende, hochfrequente Schallanteile. Dieses Modell liefert Informationen über grundsätzliche physikalische Zusammenhänge des strömungsakustischen Verhaltens der Systemkomponenten. Ergänzt werden die experimentellen Untersuchungen durch numerische Simulationen an Einzelkomponenten, aber auch der Gesamtanlage.

Di. 14:50 3D

FORLärm

Beurteilung des Corcos-Modells für den Einsatz in der AutomobilindustrieA. Businger^a, S. Schimmelpfennig^a, R. Lerch^a und M. Brenberger^b^a*Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik*; ^b*Audi AG*

Um frühzeitig tieffrequenten Geräuschen und Vibrationen im Fahrzeuginnenraum vorzubeugen, sind zuverlässige Vorhersagen der dafür verantwortlichen Quellen erforderlich. Neben den bereits sehr intensiv untersuchten Anregungen von Fahrwerk und Antriebsstrang, ist es notwendig, auch Anregungen aus der Umströmung von Fahrzeugen näher zu betrachten. Verlässliche Daten für Druckschwankungen aus der turbulenten Grenzschicht und deren Verteilung auf der Fahrzeugoberfläche, sind sowohl numerisch als auch messtechnisch schwer zu bestimmen. Eine CFD-Berechnung ist für die Serienentwicklung zu zeitintensiv und es fallen zu große Datenmengen an. Auch Windkanalmessungen verursachen hohe Kosten, da sehr viele Messstellen notwendig sind. Zudem

sind diese schwer zu realisieren, da die notwendigen Sensoren nicht ohne Bauteilerstörung anzubringen sind. Das in dieser Arbeit verwendete Turbulent-Boundary-Layer-Modell nach dem Ansatz von Corcos, welches in der Luftfahrt bereits eingesetzt wird, stellt für die Fahrzeugentwicklung eine gute Alternative dar. Es wird in dieser Arbeit zur Beschreibung der Anregungen tieffrequenter Wechsellldrücke durch turbulente Grenzschichten auf vereinfachten Karosserieoberflächen und Unterbodenbauteilen herangezogen. Exemplarisch wird gezeigt, dass es sich für den Einsatz in der Automobilindustrie eignet. FE-Simulationsergebnisse werden anhand von im Windkanal gemessenen Oberflächenschwingungen validiert. An einem realen Fahrzeug wird gezeigt, wie die vorgestellte Methode heute schon für die Transferpfadanalyse einsetzbar ist.

Di. 15:15 3D

FORLärm

Skalierung des Schalldruckpegels im Hohlraum eines zylindrischen Helmholtz-Resonators

S. Schimmelpfennig^a, A. Businger^a, S.J. Rupitsch^a, R. Lerch^a und M. Brenberger^b

^aUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik; ^bAudi AG

Zur Erhöhung des Fahrkomforts in Automobilen werden stetig steigende Anforderungen an die Akustik gestellt. Vor allem die Geräuschentwicklung, welche von der Fahrzeugumströmung verursacht wird, kann bei höheren Fahrgeschwindigkeiten von den Insassen als sehr störend wahrgenommen werden. Eine Klasse von Geräuschquellen bilden überströmte Hohlräume, insbesondere der Heckklappenspalt bei Vollheckfahrzeugen. Der von ihm emittierte Schall kann häufig als tonal, hochfrequent und laut charakterisiert werden. Um dieses Phänomen grundlegend untersuchen zu können, wird im Aeroakustik-Windkanal der Audi AG ein zylindrischer Helmholtz-Resonator montiert, sodass seine Öffnung bündig mit dem Windkanalboden abschließt. Dieser wird bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten überströmt und der Schalldruckpegel zentrisch im Grund der Kavität gemessen. Mithilfe der Lighthill'schen Analogie kann die Abhängigkeit der Schalleistung von der Anströmgeschwindigkeit mathematisch formuliert und entsprechende Skalierungsgesetze abgeleitet werden. Diese Gesetze werden auf den gemessenen Schalldruckpegel angewandt und somit der Monopolcharakter des Helmholtz-Resonators gezeigt. Die zylindrische Form des Resonanzraums reduziert die räumliche Dimension der Schallausbreitung und damit auch die Abhängigkeit der Schalleistung von der Machzahl, was von Ffowcs Williams hergeleitet wurde. Mit CFS++, einem am Lehrstuhl für Sensorik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entwickelten FE-Code, wird simulativ ermittelt, von welcher Gestalt das bei der Helmholtz-Frequenz generierte Schallfeld im Inneren der Kavität ist, das zu dieser Reduktion führt.

Di. 15:40 3D

FORLärm

Numerische Berechnung der Schallausbreitung in rotierenden Systemen mittels FEM auf nicht-konformen GitternJ. Grabinger^a, M. Kaltenbacher^b, S. Becker^c und R. Lerch^a

^aUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik; ^bAlps-Adriatic University of Klagenfurt; ^cUniv. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik

Bei der Produktentwicklung von Lüftern und Pumpen spielt die Geräuschminderung eine immer wichtigere Rolle. Oft werden numerische Modelle zur Berechnung von Wirkungsgrad und Lärmemission eingesetzt, um den Bau kostspieliger Prototypen zu vermeiden. Stand der Technik bei der Berechnung der Abstrahlung von strömungsinduziertem Schall ist das sog. *Ffowcs Williams-Hawkings-Verfahren*. Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, dass nur das Laufrad in die Berechnung einbezogen werden kann, nicht aber das Gehäuse, da bewegte und ruhende Wände nicht gleichzeitig berücksichtigt werden können.

Ziel dieses Beitrags ist die Entwicklung eines numerischen Verfahrens, das sowohl die mit dem Laufrad rotierenden Schallquellen als auch die Reflexionen des Schalls am Gehäuse korrekt abbildet. Die aeroakustischen Schallquellen werden gemäß der Lighthillschen Analogie aus einer numerischen Strömungsberechnung extrahiert. Die Lösung der inhomogenen Wellengleichung erfolgt mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode. Um die Schallausbreitung gleichzeitig im rotierenden und im ruhenden Bezugssystem zu modellieren, wird eine Gebietszerlegung am numerischen Modell vorgenommen. Der Austausch von Schallwellen zwischen den nicht-konformen Gittern der beiden disjunkten Gebiete wird durch Anwendung der sog. *Mortar-Methode* realisiert. Im Gegensatz zu anderen Mortar-Methoden wurde das Verfahren speziell auf die lineare Wellengleichung angepasst, um eine stabile Lösung zu erreichen. Das entwickelte Verfahren wird anhand eines einfachen Beispiels validiert.

Di. 16:05 3D

FORLärm

Untersuchungen zur Lärmmentstehung und -abstrahlung von LüftungsanlagenP. Horn^a, S. Kniesburges^a, J. Grabinger^a, S. Becker^b und R. Lerch^a

^aUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik; ^bUniv. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik

Lüftungsanlagen finden heute nicht nur in technischen Anlagen, sondern auch im Wohnbereich und damit in Bereichen von Ruhezonen Anwendung. Dadurch rücken neben den Leistungsdaten für die Belüftung zunehmend die Geräuschemissionen in den Vordergrund. Diese können nicht nur lästig, sondern unter Umständen sogar gesundheitsschädlich sein. Das diesem Beitrag zu Grunde liegende Projekt beschäftigt sich daher mit der Reduzierung der Lärmemissionen von Lüftungsanlagen

als Teil des Forschungsverbundes "Lärminderung von technischen Anlagen - FORLärm".

Ziel dieses Beitrags ist es, die Ausbreitung von Körperschall in Lüftungsanlagen und die daraus resultierende Abstrahlung von Luftschall zu untersuchen. Hierzu wird eine Modellanlage aufgebaut, die einfache Grundelemente von realen Lüftungsanlagen enthält. In diesen Anlagen stellt in der Regel ein Lüfter die Körperschallquelle dar. Um jedoch Störeinflüsse durch den aeroakustisch generierten Lärm zu vermeiden, dient im Modell ein Schwingungserreger als Körperschallquelle. Die Ausbreitung des Körperschalls wird mit einem Laser-Scanning-Vibrometer untersucht. Die Messungen zur Schallabstrahlung werden in einem Akustikmessraum durchgeführt. Neben den experimentellen Betrachtungen erfolgt auch eine numerische Berechnung des Verhaltens der Versuchsanlage, wobei die Finite-Elemente-Methode zum Einsatz kommt. Hierbei wird ebenfalls die Ausbreitung des Körperschalls in der Anlage als auch die daraus resultierende Abstrahlung von Luftschall ermittelt. Die Simulationsergebnisse werden schließlich den Messergebnissen gegenüber gestellt.

Di. 16:30 3D

FORLärm

Schnittstelle für die Verwendung von FE Daten zur Bestimmung von SEA Parametern in OpenSourceSEA

C. Gabriel^a, S. Müller^b, J. Grabinger^a, S. Becker^b und R. Lerch^a

^aUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik; ^bUniv. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik

Das Programmpaket OpenSourceSEA stellt eine offen zugängliche Entwicklungsumgebung für die Implementierung von Problemstellungen aus der Akustik dar, welche mittels Statistischer Energie Analyse (SEA) gelöst werden können. Im Rahmen des Forschungsprojektes FORLärm wurde dieser Open Source Code nun dahingehend erweitert, dass mit einem freien Programmpaket berechnete Ergebnisdaten einer Finite-Elemente(FE)-Simulation eingebunden werden können. Diese Erweiterung soll die Basis für die Entwicklung einer neuen SEA-FE Kopplung für den Fahrzeugbau bilden. Ziel dieses Beitrags ist die Vorstellung einer Schnittstelle zwischen OpenSourceSEA und CFS++, ein am Lehrstuhl für Sensorik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entwickelter FE Code. Komplexere Subsysteme, die auf Grund ihrer Geometrie oder ihrer Materialbeschaffenheit nicht analytisch beschrieben werden können, werden auf Basis von Ergebnisdaten einer FE Eigenfrequenzanalyse analysiert. Mit den so berechneten Eigenschwingformen und -frequenzen kann mit verschiedenen Ansätzen wie der modalen Wellenzahlintegration, der dominanten modalen Wellenzahl oder der dominanten Modenordnung die Biegewellenzahl und auch der Abstrahlgrad berechnet werden. Da somit der Kopplungsfaktor zwischen akustischem Subsystem und Struktursubsystem berechnet werden kann und die Modendichte durch die Eigenfrequenzanalyse bekannt ist, kann das

FE Modell als SEA Subsystem in das Gesamtmodell eingebunden werden. Das entwickelte Verfahren wird anhand eines einfachen, auch analytisch berechenbaren Beispiels vorgestellt und validiert.

Sitzung „Fahrzeugakustik 1 - Elektro“

Di. 17:20 3D

Fahrzeugakustik 1 - Elektro

Mercedes-Benz A-Klasse E-CELL: NVH-Herausforderungen

J. Mell

Daimler AG

Im letzten November wurde die neue Mercedes-Benz A-Klasse E-Cell in Valencia der Weltöffentlichkeit vorgestellt und hervorragend angenommen. Dieses rein elektrisch fahrende Fahrzeug wurde in kurzer Zeit entwickelt und für den Markt vorbereitet. Hierbei galt es einige NVH-Herausforderungen zu meistern. Einerseits enge Vorgaben an die verwendeten Teilsysteme und andererseits hohe Anforderungen beim Thema NVH führten nicht immer einfachen Lösungen. Das Fahrzeugprojekt wird nicht nur aus der Sicht der Fahrzeugakustik beleuchtet und auch Randgebiete wie Betätigungsgeräusche und Nebenaggregate werden diskutiert.

Di. 17:45 3D

Fahrzeugakustik 1 - Elektro

Zielgeräuschentwicklung von Elektrofahrzeugen

T. Küppers

Daimler AG

Die Entwicklung von reinen Elektrofahrzeugen wird insbesondere vor dem Hintergrund knapper fossiler Brennstoffe und CO₂-Emission immer stärker vorangetrieben. Der Geräuschcharakter von elektromotorischen Antrieben unterscheidet sich jedoch gravierend von konventionellen Verbrennungsmotoren. Die Neuartigkeit dieses Elektrofahrzeugklangbildes bietet das Potential, in der Klanggestaltung schon frühzeitig auf Kundenwünsche einzugehen und damit das typische Elektrofahrzeugklangbild bei Markteinführung entscheidend mitzuprägen. Durch das geringe Erfahrungspotential der Kunden bezüglich eines elektromotorischen Klangbildes ist der Zielfindungsprozess jedoch komplex und dynamisch in seiner Entwicklung.

Das aktuelle Elektroantriebsgeräusch erinnert laut Presse an Straßenbahnen und wird insbesondere bei längeren Fahrten als unästhetisch und unangenehm empfunden. Eine völlige Störgeräuschbefreiung lässt jedoch das Wind- und Rollgeräusch hervortreten und gibt keine Rückmeldung mehr über Geschwindigkeit und Lastzustand. Futuristische Klänge aus SoundDesign-Systemen müssen in ihrer Akzeptanz überprüft und auf Kundenwünsche, aber auch auf eine Authentizität des Klangbildes, eingestellt werden. Dabei könnten nicht nur das Klangbild selbst, sondern auch der Informationsgehalt des Betriebsgeräusches zukünftig geprägt und ausgeformt werden.

Im Tagungsbeitrag soll ein Bild darüber vermittelt werden, welche Ressourcen und Werkzeuge beim Zielgeräuschfindungsprozess für Elektrofahrzeuge bei der Daimler AG genutzt werden, um schon frühzeitig die Ansprüche der Kunden abzuholen und in den Entwicklungsprozess einfließen zu lassen.

Di. 18:10 3D

Fahrzeugakustik 1 - Elektro

Elektromobilität - neue akustische Herausforderung für Gesellschaft und Prüfstände

P. Teller und P. Brandstät

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Elektrofahrzeuge werden in der Presse gemeinhin als leise oder gar lautlos beschrieben. Einzelne Verbände und Gruppierungen warnen gar vor Gefahren beim Herannahen derartiger Fahrzeuge weil sie von Passanten überhört werden könnten. Aber sind Elektrofahrzeuge wirklich leiser als herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor? Oder klingen sie nur anders? Wie sollen sie klingen? Brauchen wir Soundmodule, die vor ihnen warnen? Wie empfinden Fahrer derartige Fahrzeuge? Dies sind sicherlich Themen, die uns jetzt und in den nächsten Jahren beschäftigen. Anhand von Messungen und Probandenbefragungen werden erste Tendenzen und Anregungen aufgezeigt. Für akustische Untersuchungen an und mit Elektrofahrzeugen stellt sich auch die Frage inwieweit die derzeit genutzten Prüfstände für Messungen eingesetzt werden können. Hierzu wird am Beispiel des Rollenprüfstands am Fraunhofer-Institut für Bauphysik über erste Erfahrungen und Messungen berichtet.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Fahrzeugakustik (Poster)

A hybrid FEM/SEA approach for acoustical FSI-problems - efficiency studies depending on subsystem definitions and averaging techniques

W. Xiao, M. Buchschmid und G. Müller

Lehrstuhl für Baumechanik, TU München

The prediction of structure borne sound in vehicles or buildings and the related sound fields in the acoustic volume typically is carried out either with a Finite Element (FEM) approach or with the help of energy methods like the Statistical Energy Analysis (SEA). Whereas the first method is limited to lower frequencies the SEA is appropriate for frequency ranges, where the structures have a high modal density and the system's behavior is dominated by resonant vibrations. In the mid-frequency range, which is between 200 Hz and 800 Hz in structures of the automotive industry for example, neither the FEM nor the SEA approach are able to provide realistic results. In the scope of this contribution the efficiency of an energy flow analysis based on a "SEA-like" averaging, in which the structure and the fluid are modeled with the help of finite elements is studied compared to a numerical power injection method focusing on coupling and damping loss factors. In this method the SEA-requirements

as weakly coupled subsystems, which are excited at resonance, and typical simplifications like a "rain on the roof excitation" are not necessary. The advantages are discussed considering the sensitivity of different subsystem definitions and averaging techniques.

Sitzung „Bauakustik 1 - Regelwerk“

Di. 14:00 3H

Bauakustik 1 - Regelwerk

DIN 4109 - Die Regel der Technik für den Schallschutz im Hochbau

G. Hilz

Müller-BBM GmbH

Insbesondere in den letzten Jahren wird, aufgrund von höchst richterlichen Entscheidungen, sowohl von Seiten der Jurisprudenz als auch von Fachkollegen der Status der DIN 4109 als allgemein anerkannte Regel der Technik pauschal angezweifelt. Es wird versucht, auf Basis einer technischen Definition des unbestimmten Rechtsbegriffes die Zweifel zu entkräften. Anhand der historischen Entwicklung wird die Anforderung an die Luftschalldämmung, welche bis heute als Mindestwert festgeschrieben ist, und die damit verbundene schalltechnische Qualität unter den Randbedingungen der DIN 4109 erläutert. Bauakustisch relevante Entwicklungen der Bautechnik aus den letzten Jahrzehnten werden identifiziert und im Spiegel der DIN 4109 diskutiert. Am Beispiel der Luft- und Trittschalldämmung werden die in der DIN 4109 beschriebenen höheren schalltechnischen Qualitäten herausgearbeitet. Prinzipielle Bauweisen für technisch sinnvolle schalltechnische Qualitätsniveaus werden beispielhaft aufgezeigt. Obergrenzen des Schallschutzes für unterschiedliche Bauformen werden dargestellt. Ein Ausblick auf die neue DIN 4109 sowie eine Interpretation der Begriffe "unzumutbare Belästigung" und "gegenseitige Toleranz" soll die Betrachtung abrunden.

Di. 14:25 3H

Bauakustik 1 - Regelwerk

Bewertungsfragen des bauakustischen Gutachtens

R. Grigo

grigo ingenieure

Ergebnisse von Örtlichen Messungen stimmen nicht immer mit den berechneten Nachweisen überein. Was hat wann Vorrang? Der scheinbar faktenorientierte IST-Nachweis mit dem Messgerät - im Rahmen der Fehlertoleranzen - oder bauaufsichtlich vorgeschriebene rechnerische Nachweis nach DIN 4109? Da die neue DIN EN 12354 scheinbar oder tatsächlich ein genaueres Verfahren anbietet - wie ist das Verhältnis der Ergebnisse beider Rechenwege, insbesondere bei Abweichungen? Und welchen Stellenwert, welche praktische und rechtliche Bedeutung haben die D-, Ci- und Ctr-Beiwerte? Fragen aus dem Grenzbereich von Recht und Bauphysik - wichtig für die Alltagsarbeit des Planers. Die Antworten des Autors sollen zur Diskussion gestellt werden.

Di. 14:50 3H

Bauakustik 1 - Regelwerk

Vertraglicher Schallschutz: BGH degradiert DIN 4109 zur Empfehlung mit Mindestschutzcharakter.S. Hettler*Kapellmann und Partner Rechtsanwälte*

Es besteht offensichtlich eine Diskrepanz zwischen der Schallschutzbemessungsgrundlage DIN_4109 und den gestiegenen Ansprüchen von Immobilienerwerbern. Besonders im Wohnungsbau besteht ein gesteigertes Bedürfnis nach akustischer Privatsphäre. Dies führte unweigerlich dazu, dass der Bundesgerichtshof als höchste Instanz zur Anwendung der DIN_4109 als Maßstab für den vertraglich vereinbarten Schallschutz mit einem Grundsatzurteil vom 14.06.2007 entschieden hat. Dieses Urteil hat in der Baubranche für erhebliche Unruhe gesorgt. Anhand konkret ausgeurteilter Beispiele zu Neubauten und Sanierungen im Wohnungsbau sowie zu Mietwohnverhältnissen bestimmt der Beitrag das vertraglich geschuldete Schallschutzniveau im Hochbau. Als eine Konsequenz der aktuellen Rechtsprechung wird zukünftig der vertragliche Schallschutz allein nach den anerkannten Regeln der Technik zum Herstellungszeitpunkt bestimmt werden. Grundlage ist dabei ein zwischen den Vertragsparteien vereinbartes Qualitätsniveau. Vorschriften wie die DIN_4109 oder die VDI_4100 haben nur Empfehlungscharakter. Der Beitrag gibt den Inhalt der aktuellen Rechtsprechung allgemein verständlich wieder und zieht hieraus Schlussfolgerungen für die akustische Planungspraxis. Die DIN_4109 als unumstößliches Schallschutzkriterium wird es in der Form der Vergangenheit jedenfalls nach heutiger Rechtsprechung nicht mehr geben. Der Umgang mit dieser Tatsache wird bisher isoliert in den technischen und juristischen Fachbereichen diskutiert. Der Beitrag zeigt aus einer fachübergreifenden Betrachtung Risiken und Chancen für den Schallschutz, die bislang in der jeweiligen Fachdiskussion übersehen wurden.

Di. 15:15 3H

Bauakustik 1 - Regelwerk

Anwendung und Evaluierung des DEGA-SchallschutzausweisesS. Langer^a, A. Schmitz^b, C. Burkhart^c, R. Kurz^d und W. Scholl^e^aTU Braunschweig, *Institut für Angewandte Mechanik*; ^bIFAA / TAC, *Korschenbroich*; ^cAkustikbüro *Schwartzenberger und Burkhart*; ^dKurz u. Fischer GmbH; ^ePhysikalisch-Technische Bundesanstalt, *Braunschweig*

In der neuen DEGA-Empfehlung 103 "Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis" werden insgesamt sieben Schallschutzstufen definiert, mit denen sowohl die schalltechnische Qualität einzelner Baukonstruktionen (Decken, Wände) als auch ganzer Gebäude gekennzeichnet werden können. Durch den DEGA-Schallschutzausweis wird die schalltechnische Qualität von Wohnungen damit erstmals auch für akustische Laien transparent. So kann die DEGA-Empfehlung gleichermaßen in der Planungsphase wie auch für die Bewertung bestehender Gebäude eingesetzt werden. Bei der Erstellung des Schallschutzausweises gehen

verschiedene Größen wie die Lage des Gebäudes, die Grundrissgestaltung sowie die Mess- oder Rechenwerte der Schalldämmung einzelner Bauteile ein, aus denen nach einem Punktesystem der Schallschutzausweis berechnet wird. Für den praktischen Einsatz empfiehlt sich die Nutzung eines computergestützten Berechnungswerkzeuges mit dem der Ausweis komfortabel und Übersichtlich erstellt werden kann. Im Rahmen des Vortrages wird u. a. eine mit Unterstützung der DEGA entwickelte, frei verfügbare webbasierte Software vorgestellt, mit deren Hilfe der Schallschutzausweis einfach erstellt werden kann. Die eingegebenen Daten werden nach Zustimmung durch den Nutzer in einer Datenbank gespeichert und wissenschaftlich ausgewertet. Aus den Auswertungen sollen neue Statistiken zum baulichen Schallschutz generiert werden, die dann eine fundierte Grundlage z.B. für Vertragsgestaltung zwischen Bauherrn und Baufachleuten, für die Diskussionen in den Normungsgremien oder sogar für die zukünftige Rechtsprechung sein können.

Di. 15:40 3H

Bauakustik 1 - Regelwerk

Introducing the Brazilian Standard NBR 15575 regarding the Acoustical Requirements, Criteria and Assessment Methods for Residential Dwellings

E.F. Vergara und S. Paul

Lab. of Acoustical Engineering, Univ. Santa Maria (Brasil.)

For the first time in the Brazilian civil construction the standard NBR 15575 establishes requirements, criteria and evaluation methods for determining performance of residential buildings in order to provide acoustical, thermal and lighting comfort and acoustical privacy to its occupants. This paper, aimed to share with German colleagues the most important information contained in the standard published in Portuguese only, presents a review of the parts of the standard that concern acoustics in terms of the requirements, the criteria and the methods of evaluation by measurements in the laboratory or the field. According to the standard sound insulation of the building systems and elements (walls and doors) of residential dwellings is the main parameter to be measured as a function of frequency and to be transformed into weighted values by following the recommendations of ISO 140 and ISO 717. Based on weighted values for sound insulation the acoustics performance of residential buildings can be classied into three levels of performance: minimum (M), intermediate (I) or superior (S), wherein only the minimum level is mandatory. Additionally to the brief review some comments on the standard will be given.

Sitzung „Bauakustik 2 - Messverfahren“

Di. 16:30 3H

Bauakustik 2 - Messverfahren

Schallschutz-Vergleichsmessungen in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Jahr 2010

S. Stange-Kölling und V. Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt führt in regelmäßigen Abständen Schallschutz-Vergleichsmessungen der anerkannten Stellen für die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse durch. Im Rahmen dieser Vergleichsmessungen werden eine Luftschalldämmungsmessung und die Bestimmung eines Normtrittschallpegels nach DIN EN ISO 140 sowie eine Zusatzaufgabe durchgeführt. Die Durchführung dieser Messungen dient der Qualitätssicherung. Für einige Prüfstellen ist die regelmäßige Teilnahme an den Vergleichsmessungen verpflichtend, für weitere Prüfstellen besteht die Möglichkeit der freiwilligen Teilnahme. Die zu messenden Objekte werden für jeden turnusgemäßen Durchlauf neu ausgewählt Insbesondere für die Zusatzaufgabe kommen hier häufig neue Messverfahren in Betracht, um die Prüfstellen mit neuen Verfahren vertraut zu machen und Erfahrungen mit neuen Verfahren zu sammeln. Die Zusatzaufgabe bestand in diesem Jahr darin, die Trittschallminderung eines PVC-Belages an einem Kompaktmessplatz (KOMET) zu bestimmen. Dieser Messplatz soll den Aufwand zur Bestimmung der Trittschallminderung reduzieren und wurde in der Vergangenheit bereits vorgestellt. Die Ergebnisse der einzelnen Messungen sowie die Erfahrungen mit dem neuen Kompaktverfahren werden in diesem Vortrag vorgestellt.

Di. 16:55 3H

Bauakustik 2 - Messverfahren

Messunsicherheiten bauakustischer Messungen in Gebäuden

C. Geyer

Berner Fachhochschule

Über die Unsicherheiten bauakustischer Messungen in Prüfständen liegen eine Reihe von Untersuchungen vor.

Die dort ermittelten Unsicherheiten werden in der Regel auf die bauakustischen Messungen in Gebäuden übertragen. Aufgrund der wesentlich ungünstigeren Randbedingungen der bauakustischen Messungen in Gebäuden sind allerdings größere Messfehler bei diesen Messungen zu erwarten.

Im Rahmen dieses Beitrags werden die Unsicherheiten bauakustischer Messungen des Luft- und Trittschallschutzes (bewertetes Schalldämmmaß und bewerteter Norm- Trittschallpegel) mit statistischen Methoden abgeschätzt und dargestellt.

Di. 17:20 3H

Bauakustik 2 - Messverfahren

Messtechnische Ermittlung von Übertragungsfunktionen in MassivbautenJ. Arnold^a, V. Wittstock^b und O. Kornadt^a^a*Bauhaus-Universität Weimar*; ^b*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Durch die technische Ausstattung von Gebäuden werden Schwingungen in die Gebäudestruktur eingeleitet, die sich zu schutzbedürftigen Räumen ausbreiten können und dort störende Geräusche verursachen. Die Prognose derart verursachter mittlerer Schalldruckpegel in Empfangsräumen ist aus bauaufsichtlicher Sicht erforderlich. Dafür ist neben den Quelleigenschaften (Impedanz und Stärke) sowie den Eigenschaften des Bauteils, an dem die technischen Geräte angekoppelt sind, die Kenntnis der Übertragungsfunktion der Gebäudestruktur von der Anregungsstelle bis zum Empfangsraum erforderlich.

Für die Vorausberechnung der durch die technische Ausstattung erzeugten Pegel steht dem Planer bisher die Normenreihe DIN EN 12354 zur Verfügung. Zur Anwendung der dort aufgeführten Prognoserechnungen ist allerdings eine genaue Kenntnis der Gebäude-Eigenschaften unerlässlich. Im Rahmen einer Studie soll untersucht werden wie stark sich die Übertragungsfunktionen unterschiedlicher Gebäuden, die jedoch einem Bautyp zuzurechnen sind, in Größe und spektraler Zusammensetzung unterscheiden. In dem Vortrag werden erste Messergebnisse hierzu für ein Gebäude in Massivbauweise präsentiert, wobei verschiedene Messmethoden gegenübergestellt werden.

Di. 17:45 3H

Bauakustik 2 - Messverfahren

Der Leichtbauprüfstand in Dübendorf: ein neuartiger Prüfstand zur Messung der Schallübertragung im HolzbauC. Geyer^a, R. Bütikofer^b, L. Krajčič^b, A. Müller^a, B. Schuppisser^a und H. Weber^a^a*Berner Fachhochschule*; ^b*Empa, Dübendorf (CH)*

Die Schallübertragung leichter Konstruktionen, z. B. von Gebäuden mit Holzkonstruktionen, unterscheidet sich wesentlich von der in Massivbauten.

An der EMPA in Dübendorf wurde von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt und der Berner Fachhochschule ein Prüfstand zur Untersuchung der Schallübertragung für Leichtbaukonstruktionen errichtet.

Der Prüfstand ist im Gebäude schwingungs isoliert aufgestellt. Die Rückwand und eine Seitenwand des Prüfstands bilden Ort betonwände. Durch körperschall-entkoppelte Fugen zwischen den Bauteilen im Prüfstand und Vorsatzschalen wird die Schalllängsleitung über die massiven Bauteile unterdrückt.

In den Prüfstand werden die zu prüfenden Leichtbauteile (Geschossdecken und Wände) so eingebaut, dass zwei Räume nebeneinander und

zwei übereinander entstehen und somit die Luft- und Trittschallübertragung sowohl in vertikaler Richtung, als auch in horizontaler Richtung untersucht werden kann.

Durch die Möglichkeit, leichte Bauteile mit Wand-Deckenknotten in Originalgrösse im Prüfstand einzubauen, kann auch die Wechselwirkung der trennenden und flankierenden Bauteile bei der Schallübertragung untersucht werden.

Damit steht ein präziser Messstand zur Verfügung, in dem die erforderlichen Eingabegrößen für die Prognosemodelle für den Schallschutz im Holzbau ermittelt werden können.

Di. 18:10 3H

Bauakustik 2 - Messverfahren

Schalleinleitung und Schallausbreitung in Leichtbaustrukturen

H. Bietz und V. Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

In der PTB werden seit einigen Jahren Untersuchungen zur Ausbreitung von Körperschall in Holz-Fertigbaustrukturen durchgeführt. Ein wesentliches Ziel ist hierbei die Etablierung eines Prognoseverfahrens für Installationsgeräusche. Ein genormtes Prognoseverfahren (EN 12354-5) existiert bisher nur für den Massivbau und ist aus verschiedenen Gründen nicht ohne weiteres auf den Leichtbau übertragbar. Weiterhin gibt es bisher kein genormtes Prüfstandsverfahren für Installationen im Leichtbau. Über die grundsätzlichen Probleme sowie die Errichtung eines Prüfstands zur Untersuchung von Installationsgeräuschen wurde in der Vergangenheit bereits berichtet. Mittlerweile wurden weitere Messungen an ausgeführten Gebäuden und weitere grundsätzliche Untersuchungen zur Körperschalleinleitung- und Ausbreitung durchgeführt. Über die hierbei gewonnen Ergebnisse und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen hinsichtlich eines zu formulierenden Prognoseverfahrens soll in diesem Vortrag berichtet werden.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Bauakustik (Poster)

Application of the Interval Arithmetic in the Reverberation Time Uncertainty Assessment

W. Batko und P. Pawlik

University of Science and Technology, Cracow

The idea of the interval arithmetic application for the estimation of the reverberation time uncertainty assessment was presented in the paper. The mathematical formalism of the assessment method of the uncertainty of the reverberation time calculation of the selected room, at the determined uncertainty level of model parameters, was presented. The analysis of the reverberation time uncertainty calculations was related to the possible error range of parameters determining the room geometry as well as to the assumed sound absorption coefficients of the analysed room materials. The reverberation time estimation formulae, determined by equations of: Sabine, Eyring - Noris, Fitzroy and Millington-Sette, constituted the bases for the comparison of the reverberation time

assessment divergence range at uncertain parameters. The presented assessment procedure was used for the literature data related to the reverberation time calculation of the acoustically certified room.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Bauakustik (Poster)

Messtechnische Untersuchungen zur Durchgangsdämpfung von Luftdurchlässen

W. Herget, K. Bay und P. Brandstät

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Ausgangspunkt ist die Verbindung zwischen Räumen, wie z.B. Büros, durch gemeinsame Raumluftechnische Anlagen (RLTA). Diese bilden einen Übertragungsweg für Luftschall von einem Raum zum nächsten oder über mehrere Räume hinweg. Je nach räumlicher Situation sind die Platzverhältnisse mitunter nicht ausreichend, um die Pegel soweit abzusenken, dass Beeinträchtigungen und Belästigungen vermieden werden können. Im Vortrag werden Messungen an Luftdurchlässen bezüglich ihrer Wirkung auf die Durchgangsdämpfung vorgestellt. Die Untersuchungen wurden mit unterschiedlichen Messverfahren im Freifeld- und im Hallraum durchgeführt. Die Vergleichbarkeit der Messverfahren sowie der Einfluss der Geometrie von Lüftungskästen auf die Durchgangsdämpfung werden dargestellt und anhand von Messwerten diskutiert.

Sitzung „Verkehrslärm 1“

Di. 14:00 2D

Verkehrslärm 1

Verfahren zur direkten Messung der Geräuschemission von Straßen

S. Kluth^a, C. Schulze^a und J. Hübelt^b

^a*Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH*; ^b*Hochschule Mittweida - University of Applied Sciences*

Die Bestimmung der Geräuschemission von Fahrbahnbelägen erfolgt bisher nach dem in DIN EN ISO 11819-1 genormten Verfahren der Statistischen Vorbeifahrt (SPB-Verfahren). Dieses Verfahren basiert auf der Messung des Schalldruckpegel-Zeitverlaufs einzelner vorbeifahrender Fahrzeuge. Um zu gewährleisten, dass die Einzelvorbeifahrten von anderen Fahrzeugen nicht beeinflusst werden, ist ein Mindestabstand zwischen den vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeugen erforderlich. Aufgrund der zunehmenden Verkehrsdichte ist die statistisch geforderte Anzahl von Einzelvorbeifahrten jedoch kaum noch zu erreichen. Ziel eines Vorhabens im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) war daher die Entwicklung eines neuen Mittelungspegel-Verfahrens, das trotz dichten Verkehrs einen Rückschluss auf die Geräuschemission des Fahrbahnbelags zulässt. Das neue Verfahren basiert auf der Simulation des Vorbeifahrtpegel-Zeitverlaufs der Einzelfahrzeuge mit Hilfe eines geeigneten Schallausbreitungsmodells und erfordert die genaue Kenntnis der Verkehrssituation. Durch Vergleich

von synthetisiertem simuliertem und gemessenem Vorbeifahrtpegel-Zeitverlauf der gesamten Verkehrssituation wird der Fahrzeuggeräuschpegel ermittelt. Die Erprobung des neuen Mittelungspegel-Verfahrens zeigte, dass die Abweichung des Fahrzeuggeräuschpegels für Pkw deutlich kleiner ist als die für das Verfahren der Statistischen Vorbeifahrt angegebene Messtoleranz.

Di. 14:25 2D

Verkehrslärm 1

Ermittlung der Beeinträchtigung bei gleichzeitig einwirkenden, verschiedenartigen Quellarten

B. Vogelsang^a und K.-W. Hirsch^b

^a*Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz*; ^b*Cervus Consult*

Die TA-Lärm kennt zwar nicht den Begriff der Verdeckung, definiert ihn aber indirekt über den Begriff des "ständig vorherrschenden Fremdgeräusches" und greift dabei auf den 95%-Überschreitungspegel des Fremdgeräusches zurück, wobei für die Zusatzbelastung keine Zuschläge für Impulshaltigkeit noch spektrale Besonderheiten auftreten dürfen. In guter Näherung kann davon ausgegangen werden, dass die Beeinträchtigung durch die Zusatzbelastung, meist nur eine Quellart, allein bestimmt wird. Aus den bekannten Dosis-Wirkungskurven für einzelne Quellenarten lässt sich dann die Größe der Beeinträchtigung ermitteln. Wird jedoch das Fremdgeräusch nicht verdeckt, gibt es keine anerkannten Verfahren für die Ermittlung der Beeinträchtigung. Erste Ansätze liegen lediglich für "vergleichbare" Quellarten vor und werden in der VDI 3722-2 beschrieben werden, ohne jedoch validiert zu sein. Völlig unklar ist der Fall, wie die Ermittlung der Beeinträchtigung beim Einwirken verschiedenartiger (z. B. kontinuierlicher Autobahnlärm und transienter Schiesslärm) Quellarten aussehe könnte. Es wird ein Vorschlag zur Lösung des Problems vorgestellt, wobei gleichzeitig der Frage nachgegangen werden soll, welche Anforderungen an Dosiswirkungskurven hinsichtlich Konsistenz, Robustheit und Sensitivität im Hinblick auf den akustischen Immissionsschutz zu stellen sind. Ist vielleicht "Highly Pleased" der bessere Indikator als "Highly Annoyed" zur Beschreibung der Beeinträchtigung?

Di. 14:50 2D

Verkehrslärm 1

Zur Effizienz von Schallschutzmaßnahmen mit Schirmen über größere Entfernungen

D. Kühner^a und K.-W. Hirsch^b

^a*Vereidigter Sachverständiger*; ^b*Cervus Consult*

Die Auslegung von Schallschutzmaßnahmen erfolgt in der Regel so, dass die lärmartspezifischen Prognoseverfahren in der betroffenen

Lärmimmissionssituation gerade die Minderung ausrechnen, die zur Unterschreitung eines Immissionswertes hinreicht. Dies führt einerseits dazu, dass die Einfügungsdämmung von Schallschirmen in der "ungünstigsten Betriebssituation" für die "günstigen Schallausbreitungssituation" bestimmt wird. Das führt andererseits dazu, dass dann bei Schutzbereichen in größeren Entfernungen von der Quelle häufig keine Schirme vorgesehen werden, weil sie dort als ineffektiv gelten. Der Vortrag stellt zunächst eine Sicht auf die Schirmung, bei der die Einfügungsdämmung in Anhängigkeit vom Wetter und über große Entfernungen berechnet werden kann. Danach wird diskutiert, wie bei der Auslegung von Schallschutzmaßnahmen, die sowohl die Häufigkeit der Betriebssituation als auch die Häufigkeit der Wetterbedingungen berücksichtigt werden kann.

Di. 15:15 2D

Verkehrslärm 1

Schallabstrahlung von Straßen-Tunnelportalen

H. Hoislbauer

TAS-SV GmbH, Linz

Zum Thema Schallabstrahlung von Tunnelportalen wurde eine Studie im Auftrag der ASFINAG durchgeführt, welche - sowohl auf der Grundlage von Messungen an realen Tunnelportalen als auch durch Erstellung eines Rechenmodells mit dessen Emissionsansätzen - einen Bezug zur RVS 04.02.11, "Lärmschutz" herstellt.

Es wird ein Überblick über den Inhalt der Studie gegeben. Auf der Grundlage von Messergebnissen an realen Tunnelportalen wurde ein Rechenmodell entwickelt, welches die Schallabstrahlung von Tunnelportalen in Abhängigkeit verschiedener Einflussparameter, wie Größe, Form, Portalausgestaltung etc. beschreibt. Die Grundzüge bzw. Erkenntnisse aus dem Modell werden kurz umrissen. Weiters wird eine Methodik angegeben, wie die Erkenntnisse der Studie in Programmen für Schallausbreitungsprognosen in der Praxis angewendet werden können. Diese Methodik bildet gleichzeitig die Grundlage für eine Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse in einer Erweiterung der Berechnungen betreffend die Schallabstrahlung von Tunnelportalen in Anlehnung an die RVS 04.02.11.

Di. 16:05 2D

Verkehrslärm 1

Untersuchungen zur Optimierung der Abschirmwirkung von bestehenden Lärmschutzwänden bei tieffrequenten Geräuschen im Straßenverkehr

E. Schädlich

SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH

Im Schallimmissionsschutz kommt den Lärmschutzwänden insbesondere bei der Bekämpfung des Straßenverkehrslärms eine zentrale Aufgabe zu. Für den Einsatz an Straßen sind die Anforderungen in der jeweils

aktuellen Fassung der ZTV-Lsw festgeschrieben. Diese legen unter anderem Mindestanforderungen an die Schalldämmung und die Schallabsorption fest. Die im Rahmen der Zulassung in Prüfständen ermittelten frequenzabhängigen Kennwerte bilden jedoch den Frequenzbereich unter 100 Hz nur unzureichend ab. Darüber hinaus wird bei den normativen Berechnungen der Verkehrslärmimmissionen nach den RLS-90 ausschließlich der Beugungseffekt über die Wand berücksichtigt, ein möglicher frequenzabhängiger Schalldurchgang durch die Lärmschutzwand bleibt unberücksichtigt. Insofern ist das Minderungspotential bestehender Lärmschutzwände in Bezug auf tieffrequente Geräuschanteile, vor allem hervorgerufen durch den Schwerlast-Verkehr und dessen Auswirkungen im Wohnumfeld als ungenügend anzusehen. Die nachteilige Wirkung tieffrequenter Geräuschimmissionen ist dabei hinreichend bekannt. In einem aktuellen Projekt sollen Lärmschutzwände aus mineralischen Baustoffen entwickelt werden, um die Schallschutzeigenschaften im tieffrequenten Bereich gezielt zu verbessern. Die Umsetzung der Zielstellung erfolgt in zwei Teilprojekten. Neben der materialtechnischen Entwicklung und Optimierung mineralischer Baustoffe mit hoher Absorptionswirkung und Luftschalldämmung bei tieffrequenter Schalleinwirkung werden ebenso die akustischen Eigenschaften des Gesamtsystems Lärmschutzwand umfassend untersucht und die bestehenden Berechnungsalgorithmen einer alleinigen Auswertung der Beugung über die Lärmschutzwand falsifiziert. Im Beitrag wird über die ersten Ergebnisse berichtet.

Di. 16:30 2D

Verkehrslärm 1

Verbesserung von Schallschutzwänden durch Aufsätze

J. Kokavec und M. Möser

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Schallschutzwände sind ein weit verbreitetes Mittel, um Menschen vor Lärm zu schützen. Meistens kommen dabei senkrechte Wände zum Einsatz, deren Höhe sich hauptsächlich aus der Verlängerung des Weges über die Schallschutzwand (Umweltgesetz) ergibt. In den letzten Jahren sind aber auch andere Formen zum Einsatz gekommen, z. B. gekrümmte Wände, Wände mit abknickenden oberen Kanten oder auch gewellte Oberflächen. Diese Formgebung wird bei der Berechnung der Wirkung in der Planungsphase nur unzureichend berücksichtigt.

Aufsätze sind generell geeignet, bestehende Schallschutzwände zu verbessern, da sie eine kostengünstige Alternative zum Neubau sind. Dazu muss aber die Wirkung bekannt sein, um die Belastung der Betroffenen zu reduzieren. Außerdem benötigt man Berechnungsmöglichkeiten für die Planung.

Diese Untersuchung beschäftigt sich mit dem Einfluss von klappenförmigen Aufsätzen auf die Wirkung von Schallschutzwänden. Dabei werden die Ergebnisse aus Messungen und Berechnungen vorgestellt, die ein detailliertes Bild der Wirkung von diesen Aufsätzen auf das Schallfeld zeigen.

Di. 16:55 2D

Verkehrslärm 1

Anwendung des Interferenzschalldämpfer-Prinzips auf eine LärmschutzwandM. Chudalla^a, W. Bartolomaeus^a und S.-R. Mehra^b^aBundesanstalt für Straßenwesen; ^bFraunhofer Institut für Bauphysik

Mit Hilfe von Vor- bzw. Aufsätze an der Lärmschutzwand-Oberkante, sogenannten Schirmkronen, wird versucht die Beugung in den Schall-Schattenbereich zu minimieren. Diese Schirmkronen entziehen dem Schallfeld durch Absorptionsmaterial oder/und mehr oder minder aufwändigen Geometrien an der Beugungskante Energie. Eine Gruppe dieser Schirmkronen erreicht dies mit einer "schallweichen" Beugungskante. Schallweiche Oberflächen erhält man durch Resonatoren. Bekannte Versuche bedienen sich $\lambda/4$ - oder Helmholtz-Resonatoren. Ein weiterer Resonatortyp, dessen Einsetzbarkeit an Lärmschutzwänden noch nicht untersucht wurde, ist der $\lambda/2$ -Resonator. Dieser wurde auf seine prinzipielle Eignung, die abschirmende Wirkung von Lärmschutzwänden zu erhöhen, untersucht.

Di. 17:20 2D

Verkehrslärm 1

Lärmkartierung 2012 - Flop oder Top

M. Jäschke

IÖR - Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

Wie gut sind Lärmkarten, die nur Straßen mit mehr als 8.000 Kfz/24h berücksichtigen? Welchen Sinn macht es, auch 2012 wieder nur streng 1:1 nach den Mindestanforderungen der EG-Umgebungslärm-Richtlinie (ULR) zu kartieren, obwohl doch bereits heute viel bessere Lärmkarten erstellt werden können? Stehen die Mindestanforderungen der ULR nicht sogar im Widerspruch zu den Zielen, die die ULR selbst vorgibt: Lärm bekämpfen, Ruhige Gebiete schützen und über Lärm möglichst korrekt informieren?

Antworten liefert eine praxisnahe Forschungsarbeit, für die zahlreiche Lärmkarten mit folgenden Merkmalen berechnet wurden: 1) hinreichend großes Berechnungsgebiet: ganz Hessen plus Außenbereiche (28.600km²) 2) derzeit bestmögliche Berechnungsqualität 3) Standard-Hard- und Software 4) drei Lärmarten, davon zwei mit allen Quellen: das gesamte Straßennetz (57.900km) und das gesamte Schienennetz (4.000km), sowie ein Großflughafen 5) Gesamtlärm 6) Raster- und Fassadenpegel 7) Ruhige Gebiete.

Die wichtigsten Ergebnisse werden vorgestellt und Konsequenzen für die Lärmkartierung 2012 abgeleitet.

Di. 17:45 2D

Verkehrslärm 1

Zur erforderlichen Genauigkeit bei Lärmprognosen und Folgerungen für die BeurteilungssystematikW. Probst*DataKustik GmbH*

Den Genauigkeitsfragen kommt im Immissionsschutz immer größere Bedeutung zu. Viele Experten fühlen sich unwohl, wenn sie bei der computergestützten Lärmprognose Abweichungen von wenigen 1/10 dB begründen oder rechtfertigen müssen und andererseits über die an verschiedenen Stellen des Berechnungsverfahrens gegebenen Unsicherheiten und Interpretationsmöglichkeiten Bescheid wissen. Insbesondere beim Vergleich mit Richtwerten kommt diesem Aspekt der Genauigkeit oder Präzision erhebliche Bedeutung zu. Diesem Problem wird besonders in älteren Berechnungs- oder Beurteilungsrichtlinien durch bestimmte Rundungsvorgaben Rechnung getragen. Es wird gezeigt, dass derartige Vorgaben häufig die Probleme nicht lösen, sondern eher verstärken. Mit dem Beitrag wird versucht, die Problematik der Berechnungsgenauigkeit in einer den praktischen Vollzug berücksichtigenden Weise zu behandeln.

Di. 18:10 2D

Verkehrslärm 1

Nachhaltige Lösungsansätze für Lärmschutz und Luftreinhaltung an Straßen und SchienenM. Koehler*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Lärm und Luftschadstoffe sind die beiden zentralen Emissionen, die durch Straßenverkehr verursacht werden sowie Belastungen und Belästigungen hervorrufen. Ihre Wirkung und Wahrnehmung äußern sich unterschiedlich, während die organisatorischen und technischen Maßnahmen zu ihrer Minderung kombiniert werden können. Da technische Verfahren zur Luftreinhaltung z.B. in photokatalytische Beschichtungen von Innenraumflächen oder Filter in Lüftungssystemen bekannt sind, stellt sich die Frage, ob und wie diese Verfahren im Freien angewendet werden können. Ein grundsätzlicher Ansatz ist dabei: Kombinierte Lösungen für Lärmschutz und Luftreinhaltung zu betrachten, sozusagen multifunktionale Systeme zu entwickeln. Dafür stehen sowohl Straßenoberflächen als auch Lärmschutzwände zur Verfügung, wenn auch mit unterschiedlichen Voraussetzungen und Randbedingungen.

Im Rahmen eines Verbundforschungsprojektes aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen wird dieser Ansatz verfolgt, indem eine Lärmschutzwand hohe akustische Leistungsfähigkeit und die Fähigkeit zur Luftreinigung verbindet. Die aktuellen Forschungsergebnisse werden im Beitrag vorgestellt und die weiteren Entwicklungsschritte erläutert. Die Erkenntnisse dieser Untersuchungen wurden prototypisch mit hohem Anspruch an die Nachhaltigkeit umgesetzt, d.h. ressourcenschonend

und weitgehend energieneutral "von der Wiege bis zur Bahre". Als primäre Baustoffe wurden ausschließlich Holz und naturbelassenes Lavagestein verwendet.

Als Zwischenresümee des Forschungsprojektes lässt sich konstatieren, dass ein akustisch hochwertiges Lärmschutzwand-System mit allen Voraussetzungen für eine effiziente Integration verschiedener Luft reinigender Funktionen vorliegt.

Sitzung „Messmethoden der Strömungsakustik“

Di. 14:00 2A

Messmethoden der Strömungsakustik

Schallquellenortung in Windkanälen unter Berücksichtigung des Strömungsfeldes

M. Riegel und M. Helfer

FKFS Stuttgart

Die Schallquellenortung in Windkanälen kann innerhalb und außerhalb der Strömung erfolgen. Innerhalb der Strömung müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, um störungsfreie Messwerte zu erhalten. Außerhalb der Strömung sind Korrekturen erforderlich, um den Einfluss der Strömung auf die Schallabstrahlung zu berücksichtigen. Es wird auf die unterschiedlichen Messmethoden und auftretende Schwierigkeiten eingegangen.

Di. 14:25 2A

Messmethoden der Strömungsakustik

Akustische Messungen an einem offenen gegenläufigen Rotor in einem offenen Windkanal

S. Funke^a, L. Kim^b und H. Siller^a

^aDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin; ^bTU Berlin

Der offene gegenläufige Rotor ist wegen seiner Energieeffizienz ein viel versprechendes Antriebskonzept. Die im Vergleich zu heutigen Turbofan-Triebwerken stärkere Lärmemission stellt jedoch ein großes Problem für die Einführung dieser Technik dar. Im Rahmen des EU-Projekts DREAM wurden akustische Messungen an einem Modell eines offenen gegenläufigen Rotors im offenen Windkanal T-104 bei TsAGI in Zhukovsky (Russland) durchgeführt. Ein linienförmiges Array aus 104 Mikrofonen wurde parallel zur Triebwerksachse außerhalb der offenen Messstrecke installiert. Die Variation von Parametern wie Rotordrehzahl, Windkanalgeschwindigkeit und Abstand der beiden Rotoren zueinander wurden dabei hinsichtlich ihres Einflusses auf die Schallabstrahlung untersucht. Der Effekt eines vor dem Rotor installierten Tragflügels mit Hinterkantenausblausung wird ebenfalls gezeigt. Das inverse Verfahren SO-DIX wurde eingesetzt um die akustischen Beiträge der beiden Rotoren zu trennen. Der Einfluss der Scherschicht des offenen Windkanals auf die Schallausbreitung von den Rotoren zu den Mikrofonen, sowie Reflexionen an den schallharten Wänden der Versuchshalle mussten bei der Auswertung der Messdaten berücksichtigt werden. Entsprechende Korrekturmöglichkeiten werden gezeigt.

Di. 14:50 2A

Messmethoden der Strömungsakustik

Schallquellenlokalisierung mit Mikrofonarrays bei Überflugmessungen

H. Siller und M. Drescher

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin

Im DLR wurden seit dem Ende der Achtziger Jahre Verfahren zur Lokalisierung von Schallquellen an bewegten Objekten, zuerst Schnellzügen und später Flugzeugen, entwickelt. Dabei wurden die Verfahren und experimentellen Aufbauten der Mikrofonarraytechnik immer weiter verbessert. Im Rahmen des im 3. Luftfahrtförderprogramm durchgeführten Projekts FREQUENZ (Forschung zur Reduktion und Ermittlung des Quelllärms mittels Experiment und Numerik bei Zivilverkehrsflugzeugen) wurden Überflugmessungen mit Mikrofonarrays an verschiedenen Flugzeugen vom Typ Airbus A319, McDonnell Douglas MD-11 und Boeing B747 durchgeführt. Anhand der Messdaten konnten verschiedene bisher nicht bekannte Schallquellen identifiziert und Vorschläge für geräuschmindernde Maßnahmen entwickelt werden. Die während der Laufzeit des Projekts weiterentwickelten Beamforming Verfahren, insbesondere ein Entfaltungsverfahren für bewegte Schallquellen, erlauben eine immer höhere dynamische und räumliche Auflösung der Analyse. Inzwischen können die Schallquellen im Überflug quantitativ analysiert werden und Rangfolgen der Beiträge der einzelnen Quellen zum Gesamtgeräusch aufgestellt werden. Diese Informationen ermöglichen eine Bewertung von geräuschmindernden Maßnahmen nach Kosten und Nutzen. Die Daten sind die Basis für die Entwicklung von Quellmodellen für das Triebwerks- und das Zellengeräusch. Solche Modelle werden für numerische Simulationen benötigt, mit denen geräuscharme Start- und Landeverfahren untersucht und bewertet werden.

Di. 15:15 2A

Messmethoden der Strömungsakustik

Der leise Flug der Eulen

T. Geyer, E. Sarradj und C. Fritzsche

BTU Cottbus

Der nahezu geräuschlose Flug der Eule ist seit Jahren Gegenstand der Forschung. In der Literatur finden sich einige generelle akustische Studien zum leisen Eulenflug und zu den speziellen Anpassungen der Eulenflügel, welche für diese Lärmreduktion verantwortlich gemacht werden. Dazu gehören Haken an der Flügelvorderkante, Fransen an der Hinterkante sowie ein sehr weicher, luftdurchlässiger Flaum. Jedoch existieren kaum quantitative Angaben zu Amplitude und Spektrum des beim Gleitflug generierten Schalls im Vergleich zu anderen, nicht leise fliegenden Raubvögeln.

Im Vortrag soll daher die Frage geklärt werden, wie leise der Flug der Eule im Vergleich zu anderen Vögeln ist. Von besonderem Interesse ist dabei die Frage, ob der leise Eulenflug durch die geringere Fluggeschwindigkeit hervorgerufen wird oder durch die speziellen Anpassungen des

Eulengefieders. Zu diesem Zweck werden Ergebnisse von detaillierten Überflugmessungen gezeigt, welche mit Hilfe eines 92-kanaligen Mikrofonarrays im Freien an verschiedenen Vögeln durchgeführt wurden. Die Auswertung der akustischen Messdaten erfolgte unter Verwendung von Beamforming-Algorithmen im Zeitbereich. Die genaue Flugbahn und Geschwindigkeit der Vögel wurde zeitsynchron zu den akustischen Messungen mit zwei Hochgeschwindigkeitskameras gemessen und mit Hilfe einer speziellen Bildverarbeitungs-Software ausgewertet.

Di. 15:40 2A

Messmethoden der Strömungsakustik

Zeitsynchrone Particle Image Velocimetry und Akustikmessungen an einem kalten Freistrah

A. Henning, L. Koop und A. Schröder

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen

Das DLR in Göttingen untersucht seit einigen Jahren eine neue experimentelle Methode zur Bestimmung des Zusammenhangs von Ursache und Wirkung von aeroakustischen Schallquellen. Hierzu wird ein Ansatz verfolgt, welcher zwei experimentelle Verfahren kombiniert: Die Messung mittels der Particle-Image-Velocimetry (PIV) in der Strömung liefert Informationen über die ursächlichen Schwankungsgrößen in der Strömung. Synchron dazu werden die emittierten Schallwellen im akustischen Fernfeld durch Mikrofone erfasst. Durch die Berechnung der Korrelationsfunktion zwischen einer aus den PIV Ergebnissen abgeleiteten Größe und den Druckschwankungen im Fernfeld können dann akustische Quellregionen identifiziert werden. Die hier vorgestellten Untersuchungen wurden an einem kalten Freistrah bei den Mach-Zahlen 0.5, 0.7 und 0.9 durchgeführt. Zur Erfassung der Druckschwankungen im Fernfeld wurden 10 Mikrophone in verschiedenen Abständen und unterschiedlichen Winkeln zu der Freistrahachse angebracht. Die Strömungsfluktuationen im Nahfeld wurden über eine Stereo-PIV Anordnung vermessen. Es wurden signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen den Fernfeld Druckschwankungen und den Geschwindigkeitsfluktuationen in verschiedenen Bereichen der mittels der PIV vermessenen Ebene beobachtet. Eine aus den Experimenten gewonnene wichtige Erkenntnis ist die Tatsache, dass sich von einem hohen Wert des Koeffizienten nicht ohne weitere Auswertungen auf Gebiete strömungsinduzierter Schallentstehung schließen lässt. Erst die Analyse des zeitlichen Verlaufs der Koeffizienten ermöglicht die Lokalisierung akustischer Quellregionen.

Di. 16:05 2A

Messmethoden der Strömungsakustik

Impedanzbestimmung für Schallabsorber in rechteckigen StrömungskanälenS. Busse^a, A. Schulz^a und L. Enghardt^b^aTU Berlin; ^bDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin

Es wird ein Verfahren zur Impedanzbestimmung von absorbierenden Wandauskleidungen in Strömungskanälen mit rechteckigem Querschnitt vorgestellt. Dabei kann sowohl der Einfluss konstanter Blockprofile als auch der realer 2D-Strömungsprofile mit Grenzschicht berücksichtigt werden. Angesetzt wird ein Kanalmodell nach Mungur und Gladwell, wobei eine der Seitenwände als Schallabsorber ausgeführt ist. Dafür wird durch Separationsansatz die Pridmore-Brown-Gleichung formuliert. Sie bildet zusammen mit den bekannten Randwerten auf der schallharten Wand, welche der Absorberwand gegenüberliegt, ein Anfangswertproblem. Dieses kann unter Zuhilfenahme der axialen Wellenzahl sowie des Strömungsprofils mittels Runge-Kutta-Integration numerisch gelöst werden. Aus den Lösungswerten auf der Absorberwand kann unter Ausnutzung der Ingard-Myers-Randbedingung schließlich die Absorberimpedanz bestimmt werden. Die komplexe Wellenzahl ebener Wellen kann für den Absorberbereich durch Umrechnung des Transmissionsfaktors aus Mikrofonmessdaten ermittelt oder direkt eingegeben werden. Dies ermöglichte die Validierung mittels Wellenzahl- und Impedanzdaten einer NASA-Referenzstudie. Diese Vergleichsdaten zeigten sehr gute Ergebnisse des Verfahrens bei einer zugleich erheblichen Verringerung der Rechenzeit im Verhältnis zu anderen Methoden.

Sitzung „Strömungsakustik (Poster)“

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Strömungsakustik (Poster)

Auslegung eines Turbulenzgitters für die Untersuchung des Vorderkantenschalls an einem Tragflügelprofil

M. Hobracht, E. Sarradj und T. Geyer

BTU Cottbus

Der Umströmungslärm von Körpern und Profilen ist eine bedeutende Lärmquelle bei zahlreichen technischen Anwendungen, z.B. bei Luftfahrzeugen, Windrädern, Ventilatoren und im Automobilbereich. Dabei spielt insbesondere auch die Turbulenz in der Zuströmung eine wichtige Rolle. Der Einsatz von Turbulenzgittern ist eine Möglichkeit, solche Turbulenz mit bestimmten Eigenschaften für experimentelle Untersuchungen zu erzeugen. Für die Auslegung solcher Gitter gibt es bereits verschiedene Studien, wie zum Beispiel die von ROACH (1987).

Im Windkanal der BTU Cottbus wurden verschiedene Gitter zum einen hinsichtlich ihrer Turbulenzeigenschaften und zum anderen hinsichtlich der dadurch hervorgerufenen Vorderkantenschallerzeugung an einem SD7003 - Tragflügelprofil analysiert. Dabei wurden die charakteristischen Turbulenzgrößen wie Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenzgrad

und turbulente Längenskala anhand von Hitzdrahtmessungen ermittelt und mit den von ROACH publizierten Ergebnissen verglichen. Als besonders günstig hinsichtlich hoher Turbulenzgrade stellten sich von den insgesamt zwölf untersuchten Gittern zwei Rechtecklochgitter mit relativ kleinen Maschenweiten (12 und 14 mm) bei derselben Lochgröße (10 mm) heraus. Mit diesen Gittern wurden zum Nachweis des Vorderkantenschalls Mikrofonarraymessungen durchgeführt. Ein wesentlicher Grund für die Verwendung eines Mikrofonarrays ist die notwendige örtliche Trennung der Schallquellen. Da die Gitter ein Eigengeräusch erzeugen, gilt es, dieses von dem entstehenden Vorderkantengeräusch zu unterscheiden. Zusätzlich wird eine Abschätzung des dominanten Frequenzbereiches präsentiert.

Sitzung „Strömungsakustik der Turbomaschinen“

Di. 16:55 2A

Strömungsakustik der Turbomaschinen

Validation of the DLR Time-domain CAA Solver PIANO with Lined-wall Boundary Conditions

A. Bassetti^a, S. Guerin^a und S. Busse^b

^aDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin; ^bTU Berlin

Understanding the physical mechanisms that occur in the aeroacoustics of lined surfaces is a key issue for the optimal design of passive sound absorbers (liners) in aircraft engines. The liners play an important role to reduce the noise emitted by modern transport-aircraft engines. Engine and engine-nacelle manufacturers base their designs on gathered past experience and, more recently, on computational aeroacoustics (CAA) solutions, including impedance-type boundary conditions to simulate the presence of liners in various regions of the engine-duct walls. The DLR CAA software PIANO implements a time-domain linearized Euler equation (LEE) solver. It can be used to simulate the evolution of a small-perturbation inviscid aerodynamic field at the presence of a stationary background flow. The present work deals with the validation of a Helmholtz-resonator model for impedance-wall boundary conditions in PIANO. The model has been recently implemented in PIANO. It will be tested to reproduce experimental data, measured in the DLR-Berlin liner test rig. A test case regarding optimal positioning of a lined surface on a curved-axis square-section duct will also be presented.

Di. 17:20 2A

Strömungsakustik der Turbomaschinen

Ortung und Beschreibung tonaler Schallquellen in Seitenkanalgebläsen

T. Grohmann

Gardner Denver Deutschland GmbH

Seitenkanalmaschinen zählen zu den Strömungsmaschinen und finden Einsatz in vielen Bereichen der Industrie. Der Geräuscheindruck

von Seitenkanalgebläsen wird dominiert von einem schmalbandigen Sirenenton mit der Frequenz Schaufelzahl \times Drehzahl. Aufgrund sich stetig verschärfender gesetzlicher Anforderungen an zulässigen Schallemissionen und -immissionen sowie der zunehmenden Sensibilität der Öffentlichkeit sind die Hersteller von Maschinen und Anlagen gezwungen, Schallpegel zu reduzieren. In dem Vortrag wird aufgezeigt, wie über einen komplementären Ansatz aus Experiment, Numerik und Analytik die tonalen Schallquellen des Seitenkanalgebläses: Entspannung des von der Druckseite zur Saugseite mitgeschleppten Unterbrecher-massenstroms, Abstreifen des Fördergases am druckseitigen Unterbrecher und periodisches Aufschneiden von sich ablösenden Wirbeln durch Schaufelkanten lokalisiert und die physikalischen Vorgänge bei der Schallentstehung beschrieben werden können. Anhand eines Vergleiches mit Schalldruckmessungen werden die auf Basis der Lighthill-Analogie formulierten Quellglieder bewertet. Aus den Ergebnissen werden konstruktive Vorschläge zur gezielten Schallreduktion der tonalen Komponenten abgeleitet.

Di. 17:45 2A

Strömungsakustik der Turbomaschinen

Numerische und experimentelle Untersuchung des Stromfeldes in einem Axialventilator mit passivem Hinterkantenausblasen

T. Gerhard und T. Carolus

Universität Siegen, Institut für Fluid- und Thermodynamik

Bei luftfördernden Strömungsmaschinen mit Rotor-Stator Anordnung wird mit dem Ausblasen von Luft aus der hohlen Schaufelhinterkante des Rotors versucht, das Geschwindigkeitsdefizit hinter den Schaufeln auszugleichen, um den tonalen Schall durch Rotor-Stator-Interaktion zu minimieren. Darüber hinaus wird eine verminderte Turbulenzintensität im Nachlauf angestrebt, um auch den Breitband-schall zu reduzieren. Bei einer optimalen Konfiguration des ausgeblasenen Luftstroms wird der Nachlauf der Schaufel durch diese Maßnahme impulslos ("momentumless wake") und turbulenzarm. Allerdings erzeugt Hinterkantenausblasen ein Eigengeräusch, das der angestrebten Schallminderung entgegenläuft. Neben dem aktiven Ausblasen, bei dem der Luftmassenstrom aus einem externen Druck-luftreservoir bezogen wird, besteht auch die Möglichkeit des passiven Ausblasens durch Abzapfen von Fluid an einer geeigneten Stelle. Bei dem dargestellten passiven Ausblaskonzept wird die bestehende Druckdifferenz zwischen Schaufeldruck- und -saugseite genutzt, um einen Massenstrom zum Ausblasen zu erzeugen. Durch numerische Strömungssimulationen (CFD, RANS) wird eine bestmögliche Konfiguration erarbeitet. Anschließend wird ein Niederdruckaxialventilator mit passivem Hinterkantenausblasen konstruiert, gebaut und hinsichtlich der aerodynamischen Betriebsdaten und der emittierten Schallleistung experimentell untersucht. Es zeigt sich, dass im vorliegenden Fall das passive Ausblasen die aerodynamischen Leistungsdaten des Ventilators nicht negativ beeinflusst, der zugeführte Impuls allerdings nicht ausreicht, um den Ventilator-schall signifikant zu reduzieren. Die

Validierung der numerischen Simulationen erfolgt durch Hitzdrahtmessungen im Rotornachlauf (Statorposition).

Di. 18:10 2A

Strömungsakustik der Turbomaschinen

Aeroakustische Messungen an Axialventilatoren zur Motorkühlung

M. Zayani, S. Caglar und M. Gabi

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), FG Strömungsmaschinen

Um das Geräuschverhalten von Axialventilatoren zu optimieren, sind genauere Details über die Aerodynamik und die damit verbundene Akustik notwendig. Der Beitrag beschäftigt sich mit experimentellen Untersuchungen zur Quantifizierung der unterschiedlichen Geräuschenstehungsmechanismen. Da die Interaktion der Spaltströmung mit den rotierenden Schaufeln des Laufrads einen wichtigen Beitrag zum Gesamtgeräusch leistet und im FFT deutlich sichtbar ist, wird dies mittels Hochgeschwindigkeits-PIV näher untersucht. Dabei werden die Einflüsse unterschiedlicher Spaltformen und unterschiedlicher Schaufelzahlen auf die akustische Frequenzspektren interpretiert.

Sitzung „Wahrnehmung und Wirkung von tieffrequentem Schall“

Di. 14:00 3E

Tieffrequenter Schall

Tieffrequenter Lärm - Ein Situationsbericht

D. Krahe

Bergische Universität Wuppertal

Vermeint sind Klagen über tieffrequenten Lärm zu vernehmen, wobei es häufig schwierig ist, den Betroffenen zu helfen. Zunächst gilt es, eine entsprechende physikalische Belastung festzustellen. Selten kann dies so eindeutig geschehen, dass dabei die Anhaltswerte der DIN 45680 überschritten werden. Häufig liegen die Werte darunter, wobei der zeitliche Verlauf gemessener Pegelwerte mit den Beobachtungen der Betroffenen mehr oder minder stark korrelieren kann. Auch dass die Messung überhaupt keine Hinweise erbringt, ist nicht auszuschließen. Zumindest bei einer Überschreitung der Anhaltswerte folgt in der Regel eine Suche nach der Ursache. Ob diese dann gefunden wird und ggf. dann etwas dagegen unternommen werden kann, erweist sich in den nachfolgenden Schritten. Doch zunächst stehen die Fragen im Raum, auf welche Weise und in welchem Maße tieffrequenter Lärm für manche Betroffene zu einer starken gesundheitlichen Belastung werden kann.

An den Beispielen verschiedener Beschwerdefälle mit tieffrequentem Lärm soll die Problematik aufgezeigt und darüber berichtet werden, welche weiteren Schritte zur Klärung der offenen Fragen unternommen werden bzw. werden sollten.

Di. 14:25 3E

Tieffrequenter Schall

Tieffrequenter Schall - eine audiologische Herausforderung!

W. Döring

Universitätsklinikum Aachen - HNO-Klinik

Die untere Messgrenze liegt in der klinischen Audiometrie bei Frequenzen über 125 Hz, sowohl bei 'subjektiven' Verfahren (Ton- und Sprachaudiometrie, überschwellige Audiometrie) als auch bei 'objektiven' elektro-physiologischen Verfahren (AEP, VEMP, etc.). Dies ist einerseits durch technische und akustische Zusammenhänge bedingt, andererseits auch durch die zugrundeliegenden physiologischen Mechanismen. Wenn Patienten über Veränderungen des Hörens im tieffrequenten Bereich <100 Hz klagen (Hörverlust, Lärmempfindlichkeit, verzerrtes Hören,...), lässt sich dies nicht durch die Standardaudiometrie erfassen. Zudem werden extraaurale Effekte - insbesondere des Infraschalls (<20 Hz) - schon bei moderaten Intensitäten beschrieben, die von Unwohlsein über Streßsymptome bis hin zur 'Vibroacoustic Disease (VAD)' führen können. Eine auf den tieffrequenten Bereich erweiterte Audiometrie müsste routinemäßig anwendbare Verfahren bereitstellen, die ohne sehr große Investitionen in Geräte und Raumausbau auskommen, und die in akzeptabler Meßzeit spezifische Informationen über die Gehörfunktion in diesem Frequenzbereich liefern können. Dazu gehören neben der Hypo- und Hypersensibilität auch Aussagen über die Qualität der Hörwahrnehmung und über extraaurale Wirkungen. Aktuell bestehen große Forschungsdefizite sowohl hinsichtlich der Wirkungsmechanismen als auch hinsichtlich praktikabler Meßverfahren, um Veränderungen des Hörens und der Wahrnehmung im tieffrequenten Bereich erfassen zu können. Die Festlegung von Grenzwerten für Gesundheitsschädigungen durch tieffrequenten Lärm erscheint angesichts der noch sehr dünnen Datenlage relativ willkürlich.

Di. 14:50 3E

Tieffrequenter Schall

Funktionelle MR-Tomographie zur Erfassung neuronaler Korrelate von psychoakustischer Lautheit im Kortex

S. Uppenkamp und M. Röhl

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Die grundlegende Empfindungsgröße Lautheit stellt einen wesentlichen Parameter der Lärmbewertung dar. Die Lautheit ist zweifelsohne durch die Schallintensität bestimmt, ihre neuronale Kodierung auf Ebene des Kortex ist jedoch noch nicht genau verstanden. Funktionelle Magnetresonanztomographie erlaubt auf indirektem Weg über den BOLD-Effekt eine Erfassung neuronaler Aktivierung. Ziel war, mit fMRT-Aktivierungskarten ein neuronales Korrelat subjektiver Lautheitsurteile zu finden. Mit kategorialer Lautheitsskalierung wurden individuelle Lautheitsfunktionen zunächst für ein breitbandiges Rauschen sowohl in einer Hörkabine als auch im MRT aufgenommen. Die Parameter "aktiviertes Kortextvolumen" und "Stärke des BOLD-Signals" wurden als

Funktion des Schalldruckpegels über einen weiten Bereich von knapp überschwelligen Stimuli bis nahe zur Unannehmlichkeitsschwelle analysiert. Wie erwartet zeigen beide Parameter generell einen Anstieg mit wachsendem Pegel und mit wachsender Lautheit. Die detaillierte Analyse unter Einbeziehung der individuellen Lautheitsurteile zeigt, dass das BOLD-Signal bei gleichem Schalldruckpegel stark mit der subjektiv empfundenen Lautheit korreliert. Bei gleichen Lautheitsurteilen findet sich nur ein schwacher Zusammenhang mit dem Pegel. In einer zweiten Studie wurde der Effekt der spektralen Lautheitssummation untersucht. Ausgehend von einem Schmalbandrauschen um 4 kHz wurde die Bandbreite der Stimuli zunehmend vergrößert. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Integration der Intensität zu einer frequenzgruppenübergreifenden Lautheit noch nicht im Hirnstamm sondern erst im Kortex nachweisbar ist.

Di. 15:15 3E

Tieffrequenter Schall

Multi-sensorische Wahrnehmung und Wirkung bei Präsenz von tieffrequentem Lärm

T. Weigler, C. Kleinhenrich und D. Krahe

Bergische Universität Wuppertal

Abstract: Menschen reagieren unterschiedlich auf tieffrequenten Lärm. Einige klagen über Schlaflosigkeit, Konzentrationsschwäche etc., andere scheinen überhaupt nicht betroffen zu sein. Was ist der Grund dafür? Eine befriedigende Antwort darauf kann bis heute nicht gegeben werden. Viele Einflussfaktoren sind denkbar, von denen in einem ersten Schritt einigen nachgegangen wurden, und zwar solchen, die die Wirkung des tieffrequenten Lärm zu verstärken scheinen. Schwerpunkt dabei war, das Zusammenspiel verschiedener sensorischer Phänomene zu untersuchen. Inwieweit die gleichzeitige Aufnahme eines auditiven und eines visuellen Reizes durch den Menschen zu einer Verstärkung der angesprochenen negativen Wirkung führen kann, ist eines der Kernthemen dieser Untersuchung. Bei entsprechenden Versuchen wurde klar, dass sich die verschiedenen Reize sowohl gegenseitig verstärken als auch so überlagern können, dass der jeweils andere Reiz in den Hintergrund tritt. Eine weitere Untersuchung mit der gleichen Zielsetzung verbindet akustische Einflüsse mit mechanischen Schwingungen. Die Ergebnisse beider Versuchsreihen werden dargelegt. In welcher Weise die Ergebnisse geeignet sind, bei der eingangs gestellten Frage weiterzukommen, ist weiterer Gegenstand des Vortrag.

Sitzung „Signalverarbeitung 1“

Di. 16:05 3E

Signalverarbeitung 1

Akustisches Tunnelmonitoring - Verkehrsfreigabe für das weltweit erste vollintegrierte System

F. Graf, H. Rainer, B. Rettenbacher und M. Fišer

Joanneum Research, Graz

Die typischerweise beim Betrieb von Tunneln auftretenden Geräusche werden von Motor-, Roll- und Strömungsgeräuschen der passierenden Fahrzeuge geprägt. Auftretende Anomalien im Geräusch, wie z.B. der Aufprall eines Fahrzeuges gegen die Tunnelwand, der gegenseitige Aufprall zweier Fahrzeuge, Reifenquietschen, Stimmen (Schreie) usw. sowie Anomalien im Geräusch von Einzelfahrzeugen werden von im Tunnel angebrachten Mikrofonen detektiert. Durch Erkennungsalgorithmen werden diese Geräusche automatisch identifiziert und bestimmten Alarmklassen zugeordnet. Ein großer Vorteil akustischer Methoden zur Unfallerkennung besteht darin, dass Unfälle bzw. kritische Ereignisse in Tunneln praktisch immer von einem unterscheidbaren Unfallgeräusch begleitet sind. Diese Geräusche treten bereits zum Zeitpunkt des Geschehens - und nicht erst nach einiger Zeit - auf und können so detektiert werden. Im Mai 2010 erfolgte die Verkehrsfreigabe für das erste voll integrierte System zum Akustischen Tunnelmonitoring im österreichischen Kirchdorftunnel, der von ASFINAG betrieben wird. In Summe sind 49 Mikrofone in beiden Tunnelröhren installiert. Die Mikrofonensignale werden via Lichtwellenleiter in die Betriebszentrale übertragen, wo das Analysesystem untergebracht ist. Die Analyse und Klassifizierung aller Signale erfolgt in Echtzeit, wobei sowohl ein Ring- als auch ein Ereignisspeicher implementiert wurden. Der Tunnelwart erhält nach spätestens 0,25s die Alarmmeldung, die eine automatische Aufschaltung der Videokamera auslöst.

Di. 16:30 3E

Signalverarbeitung 1

A hierarchical approach to content-based classification of environmental sounds using a predefined taxonomyS. Kortlang^a, J. Schröder^a, D. Hollosi^a, J. Anemüller^b und B. Kollmeier^b^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*^b*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg*

Hierarchical classification schemes (in contrast to the flat or direct approach) usually assume a classification problem to be separable into smaller, independent and in general easier-to-solve tasks.

Motivated by their success in the field of automatic music genre classification and document classification, a hierarchical approach for content-based classification of environmental sounds with a predefined, tree-structured taxonomy is presented in this paper. The environmental sounds are separated into continuous sounds, impacts and harmonic sounds (such as vocalizations or signals). For each node in the tree, an

individual gaussian classifier (GMM) is developed and trained with node-specific features. The features for each node and tree level are selected in such a way that the overall error-rate is minimized.

A first comparison between the classification rates of the hierarchical and the direct approach is made. The results allow an assessment of the usability and limitations of such a system also for other classification scenarios.

Di. 16:55 3E

Signalverarbeitung 1

Segment Related Classification of Audio Files for Automatic Genre Detection

A. Wankhammer und A. Sontacchi

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

Due to the daily growing amount of data in digital music archives, the automatic classification and organization of large song collections has become a big issue. Particularly genre classification is of great importance, since the genre label is still one of the most relevant descriptors when organizing and browsing large music collections.

Most genre classification systems use feature vectors which are either computed from the whole audio file or only short arbitrary excerpts to find an adequate genre label. However, to the best of our knowledge, structural information within songs, typically defined by regions with some internal similarity or consistency, has not been considered so far. To account for this musically relevant information, we propose to perform an additional segment detection stage prior to the final classification. This segment detection is based on the identification of recurring parts in the audio file and helps to focus the audio-analysis to distinct representative song segments while ignoring unrepresentative sections. Especially for cases with strong inter segment differences, incorporating this additional knowledge helps to provide more convincing information for the classification step and offers a better understanding of certain genre ambiguity problems.

Di. 17:20 3E

Signalverarbeitung 1

Effiziente Identifikation von Telefon-Spam

J. Strobl^a, F. Kurth^a, G. Grutzeck^b und H. Knospe^b

^aFraunhofer FKIE; ^bFachhochschule Köln, Inst. für Nachrichtentechnik
Telefon-Spam, etwa in Form automatisiert und massenhaft eingespielter Werbeanrufe, kann in Zukunft zu einem relevanten Problem werden. Ein Ansatzpunkt zur Abwehr von Telefon-Spam bietet die Analyse der bei der Telefonie übertragenen Audiodaten, wobei Abschnitte von wenigen Sekunden des Signals mit zuvor eingegangenen Anrufen verglichen werden. Bei Identifikation von wiederholt eingespielten

Sprachdaten kann der Anruf als Telefon-Spam betrachtet und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Die technische Herausforderung bei diesem Vorgehen besteht im effizienten und gleichzeitig robusten Abgleich der Audiodaten mit denen vorheriger Anrufe. Die vorliegende Arbeit stellt hierzu ein Verfahren vor, bei dem in einem Vorverarbeitungsschritt robuste Audiomerkmale aus den Anrufen extrahiert werden, die dann als Fingerabdrücke zum Signalvergleich herangezogen werden. Außerdem wird zum effizienten Signalvergleich ein indexbasiertes Suchverfahren vorgestellt, das eine schnelle Identifikation vorliegender Fingerabdrücke auch bei einer sehr großen Zahl erfasster Anrufe erlaubt. Das Verfahren verwendet bekannte Methoden der Audioidentifikation, welche an die Anforderungen der Sprachdaten und der Telefonie-Umgebung angepasst wurden.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Signalverarbeitung (Poster)

Score Informed Sparseness for Source Separation

M. Spiertz, C. Rohlfig und V. Gnann

Institut für Nachrichtentechnik, RWTH Aachen

Source separation is a useful preprocessing step for re-/upmixing or music transcription. It can be shown, that the separation quality increases, if the separation algorithm gets additional side information, e.g. the score of the current mixture. The main disadvantage of this score informed non blind source separation algorithms is the restricted availability of scores for large amounts of musical pieces. If the score is not available, the extraction of the score can be done by a professional musician or an automatic music transcription algorithm. To avoid both necessities, we will propose a source separation algorithm, which utilizes only the temporal activity (TA) of each instrument in the mixture. Compared to the whole score, this TA can be evaluated with much less experience in music transcription. To improve separation quality, the TA controls the sparsity of a non-negative matrix factorization. We will show, that for certain mixtures, this TA is a sufficient information for source separation. If TA is not sufficient, it can be utilized as a preprocessing step to improve the source separation quality.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Signalverarbeitung (Poster)

Unidirektionale mehrkanalige Audioübertragung über Ethernet

M. Pollow, P. Dietrich, B. Krechel und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die digitale Übertragung von Audiodaten mit einer sehr großen Anzahl an Kanälen (Mikrofonarrays) oder sehr hohen Abtastraten (Acoustic Emission) erfordert im Echtzeitbetrieb entsprechend hohe Übertragungsraten. Die angestrebte Flexibilität an die Art der Anwendung und realisierbare Baugröße kann momentan durch kommerzielle Produkte nicht kostengünstig erfüllt werden. Die weit verbreitete Ethernet- Netzwerkschnittstelle über Gigabit erfüllt die gestellten Anforderungen an

den Datendurchsatz. Aufbauend auf IP-Paketen kann ein standardisiertes Netzwerkprotokoll einer höheren Schicht im ISO-OSI- Referenzmodells verwendet werden, wodurch die Übertragung über Switches bzw. Hubs in bestehenden Netzwerkstrukturen möglich wird.

Die Realisierung wird mit Hilfe eines Field-Programmable-Gate-Arrays (FPGA) durchgeführt, womit eine flexible Anbindung von digitalen Datenströmen ermöglicht wird. Über ein Ethernet-fähiges Zusatzmodul werden Audiodatenpakete über ein verbindungsloses Protokoll (UDP) verschickt, das auf Paketfehlerkorrektur verzichtet und dadurch höhere Datenraten ermöglicht. Als Empfangsmodul eignet sich ein Gigabit-fähiger Standard-Rechner, der den Netzwerkverkehr des entwickelten Systems vollständig aufzeichnet und anschließend zu entsprechenden Audiosignalen zur weiteren Verarbeitung zusammenfügt. Das vorgestellte System bietet eine hochflexible Plattform für wissenschaftliche Anwendungen, bei denen ein hoher Datendurchsatz für zu übertragende Audiodaten benötigt wird.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Signalverarbeitung (Poster)

Quellenortung im Freiland: Einfluss der Umgebungsbedingungen und Bestimmung der Quellenhöhe durch Bodeneffektinversion

R. Kruse

Universität Oldenburg

Die Ortung von Schallquellen in Freiland mithilfe von Mikrofonarrays dient der Lokalisation von Fahrzeugen und Personen im Sicherheits- bzw. militärischen Bereich. Die Umgebungsfaktoren Bodenimpedanz, Schallgeschwindigkeitsgradienten und Turbulenz können hierbei Einfluss auf die Genauigkeit der Schätzung haben. Durch numerische Simulation und Freilandmessungen wurde der relative Effekt dieser Faktoren auf horizontale und vertikale Arrays untersucht. Während horizontale Arrays insgesamt nur wenig betroffen und damit (durch Triangulation) zur Ermittlung von Azimuth und Abstand gut geeignet sind trifft dies für vertikale Arrays zur Bestimmung der Elevation nicht zu. Da die Bodenreflexion wesentlich für das Schallfeld am Array ist kann durch Inversion eines einfachen, analytischen Schallfeldmodells die Quellenhöhe und deren Abstand mit einem einzelnen, vertikalen Array ermittelt werden. Durch zusätzliche Kombination mit einem großen, aus wenigen Mikrofonen bestehenden horizontalen Array konnte die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens weiter erhöht werden.

Sitzung „Soundscapes“

Di. 14:00 3F

Soundscapes

Applicability of the soundscape approach in the legal context

A. Fiebig und K. Genuit

HEAD acoustics GmbH

Environmental noise assessment and control is still exclusively based on laws, guidelines and regulations, which are referring only to (calculated) A-weighted sound pressure levels. Although, it is widely accepted that the simple measurement of sound pressure levels failed in describing adequately environmental noise annoyance, the noise policy is still driven by simple assumptions and level calculations. These simple indicators are well-established and deeply ingrained in noise policy. However, few applications of the soundscape concept in the context of the redesign of urban places show already the feasibility and potential of the soundscape approach. The paper will discuss opportunities and recent obstacles regarding the application of soundscape approach within the current (German) legal framework of noise policy and noise control.

Di. 14:25 3F

Soundscapes

Validation of the psychoacoustic infrastructure of a public space in Berlin, based on the concept of soundscape

V. Acloque und B. Schulte-Fortkamp

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

On the occasion of the redevelopment of the public place Nauener Platz in Berlin, an in-depth acoustical study has been made using the concept of soundscape. Six months after the inauguration, an evaluation of the Nauener Platz has been conducted, using the same set of tools: physical measurements, interviews, soundwalk. An overall vision of the public place obtained by interviewing people, who are living here, shows that the new arrangement is well accepted and that the original project reached its main goal: an increased and more secure occupancy by families from the neighborhood. Moreover the soundscape approach enabled to create areas with specific atmospheres for various activities corresponding to the different age-ranges among the population. The acoustical solutions are integrated in the global design, purpose-oriented and locally provide comfort, even so the sound background remains the same. However there are still possible improvements, especially about the sport place, which is a disturbance source for the retired people, and the sound installation in the alley.

Di. 14:50 3F

Soundscapes

Audio Islands am Nauener Platz, eine technische Validierung.

M. Piwonski und B. Schulte-Fortkamp

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Der Nauener Platz, in einem sozialen Brennpunktbezirk in Berlin gelegen, hat sich nach dem Umbau in eine grüne Oase verwandelt. Einen großen Einfluss sollen die Audioislands auf das - nicht nur akustische - Wohlempfinden der Besucher des Platzes ausüben.

Das Komfortelement "Awareness orientierte Maskierung" ist hier am Platz die Umsetzung perceptiv orientierter Wünsche. Den Nutzern der Audio Islands wird, sofern es gewünscht ist, die Möglichkeit geboten, Sounds zu hören die von der Belastung durch Straße und Flugverkehr ablenken sollen.

Diesbezüglich werden im Rahmen einer Magisterarbeit die technischen Implementationen auf ihre Nachhaltigkeit untersucht. Es wurden Messungen und Befragungen zu den sich in der Testphase befindlichen binaural dargebotenen Sounds durchgeführt, um unabhängig den technischen Istzustand aufzunehmen und mit der ursprünglichen Planung zu vergleichen.

Ein Jahr gelebter Platz - aber nutzen und verstehen die Besucher des Platzes die Audio Islands, was sind die aktuellen (technischen) Probleme und was ist ein Ausblick für die Zukunft?

Di. 15:15 3F

Soundscapes

Why the evaluation of trains need will need to go with "soundscapes"H.-I. Koh^a und B. Schulte-Fortkamp^b*^aKorea Railroad Research Institute; ^bTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*

To consider the environment of trains under the view of soundscape brings a new perspective in the evaluation of trains and the respective sound quality under scrutiny. The evaluation of soundscapes brings subject-related methodological procedures into this area. With such suitable measurements a way was found that allowed to rely on different dimensions on reaction to these specific environments. Improving the sound quality of an environment imposes not only to reduce loudness but also to account for the qualitative appreciation as a cognitive judgment given by listeners and particularly, for the interaction between acoustic dimensions and other sensory modalities in qualitative judgments of given environments. Getting a better understanding of sound quality in this field requires a multidisciplinary research domain connecting various themes: studies on the subject and his capability in perception and interpretation; studies on the subject inside the respective society and the connection with others via language regarding the construction and the sharing of knowledge. The concept will be introduced.

Di. 15:40 3F

Soundscapes

Soundscape in Restaurants and the Lombard Effect

M. Rychtarikova und G. Vermeir

KU Leuven

From the acoustical point of view, restaurants can be considered as multi-source environments with the sound dominantly originating from human voices. The soundscape in restaurants therefore strongly depends on the amount and behaviour of the people present. This article investigates the influence of the Lombard effect on the Soundscape in a restaurant for a wide variation of activity levels. The analysis focuses particularly on determining the dependence of the acoustical situation on the architectural properties of the room and the number of people and other sound sources present.

Di. 16:30 3F

Soundscapes

Analysis of perception, adaptive design and evaluation of warning signals in different soundscapesK.S. Voigt^a, B. Schulte-Fortkamp^a, D. Botteldooren^b und B. De Coensel^b*^aTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik; ^bGhent University, Dep. Information Technology*

Current work focuses on the perception of signal tones within the field of the reduced sound propagation from fully-electric/hybrid drives of vehicles and its inaudibility at low speeds. The essential question is about finding the crucial parameters which shift a sound into a remarking- or warning-signal for designing signals to increase the transport safety but regarding the soundscape and affecting it just as much as it is required. Therefore it is necessary to understand warning sounds from their origins. Analysing evolutionary and nowadays warning-sounds will open the acoustical gap between the informative noises of drive, tyres and wind of a vehicle and its buzzer. These parameters enable the development of an adaptive system which considers the driving speed as well as the surrounding acoustical environment to avoid dispensable sound. Based on this gain of knowledge new created sounds shall be tested on its noticeability and the subjective evaluation under the influence of varied soundscapes and hearings.

Di. 16:55 3F

Soundscapes

Wahrnehmbarkeit akustischer Warnsignale von EisenbahnenW. Talasch*Magistrat der Stadt Wien*

Eisenbahnkreuzungen werden an weniger stark befahrenen Strecken oft nicht durch Schrankenanlagen oder Lichtsignalanlagen gesichert. Wenn diese Eisenbahnkreuzungen an unübersichtlichen Stelle situiert sind, erfolgt eine Warnung der anderen Verkehrsteilnehmer durch die Abgabe akustischer Warnsignale. Eine Untersuchung durch die Wiener Umweltschutzabteilung zeigt jedoch, dass die Warnung der anderen Verkehrsteilnehmer, insbesondere der Autofahrer, nur ungenügend erfolgt, da eine Wahrnehmbarkeit der Signale in Fahrzeugen bei geschlossenen Fenstern selbst bei abgeschaltetem Radio und abgeschalteter Klimaanlage viel zu spät gegeben ist. Dem steht die enorme Belastung der Wohnbevölkerung in der Nähe dersrtiger Eisenbahnkreuzungen gegenüber.

Sitzung „Sounddesign“

Di. 17:20 3F

Sounddesign

Audio 3.0 - Von der Lärmbekämpfung zur Sonic InteractionH. Raffaseder*Fachhochschule St. Pölten*

Im Beitrag wird der sich in der akustischen Gestaltung vollziehende Wandel ausgehend von der Lärmbekämpfung hin zu aktuellen Anwendungen der Sonic Interaction dargestellt. Während die Digitalisierung diese Entwicklungen einerseits erst möglich macht, wirft sie andererseits eine Reihe von neuen Problemstellungen auf. Beispielsweise scheinen sich im Zeitalter beliebiger digitaler Vervielfältigung und permanenter Verfügbarkeit von Klängen und Geräuschen wichtige menschliche Hörfahrungen zum Teil grundlegend zu wandeln. Der Beitrag geht der Frage nach, in wie weit auch bisher gültige Wirkungs- und Bedeutungsebenen der akustischen Gestaltung von diesen Änderungen betroffen sind bzw. welche Auswirkungen diese für den Gestaltungsprozess haben können. Es werden dabei aktuelle Erkenntnisse aus Film-Sounddesign, Produkt-Sounddesign und Sonic Interaction gegenüber gestellt und daraus Ansätze und Richtlinien für akustische Gestaltung präsentiert. Der Beitrag fasst einige aktuelle Forschungs- und Praxisprojekte der FH St. Pölten, wie z.B. AllThatSounds - Assoziativ semantische Erschließung von Audiodaten, GeMMA - Generativ Music for Media Applications oder diverse interaktive Audioinstallationen für den Klangturm St. Pölten zusammen.

Referenzen:

Hannes Raffaseder, Audiodesign (2. Auflage), Hanser Verlag, 2010

<http://www.allthatsounds.net><http://gemma.fhstp.ac.at><http://www.klangturm.at>

Di. 17:45 3F

Sounddesign

Spatial Sound for Casino Game Machines

M. Stadtschnitzer^a, M. Fellner^a, M. Telsnig^b, G. Koller^c und M. Kropf^d
^aJoanneum Research, Graz; ^bAUVA, Wien; ^cIKS, Graz University of Technology; ^dAtronic Austria GmbH

Main focus of the investigations was on 3D-audio for game machines using binaural synthesis and cross-talk cancellation. It concentrated on the creation of a three-dimensional sound field, which is formed by solely using loudspeakers, which were already integrated in the game machine chassis. The player's position can be predicted accurately in case of standing in front of a game machine. Hence, a three-dimensional sound field can be produced using solely the integrated stereo arrangement with the aid of binaural synthesis techniques which requires a stable player's position. A specific algorithm was implemented without modifying the hardware of the game machine. The results of listening tests highlight two things: A three-dimensional sound field can be formed by using a two-channel system (Prototype I) which is favored over the conventional stereophonic sound field. Secondly, a frequency dependent angle of sound incidence provided by a four-channel system (Prototype II) is not well suited to create an enveloping sound field. Due to the added value of prototype I, this solution was immediately implemented in 'Fishing for Jackpots™' and distributed successfully in game machines of Atronic. As a second approach a concept for audio for linked gaming is introduced.

Di. 18:10 3F

Sounddesign

Wirkungs- und Bedeutungsebenen von Auditory Displays

M. Jaksche, J. Rubisch und H. Raffaseder
Fachhochschule St. Pölten

Während akustische Ereignisse als Schallereignisse mittels technischer Parameter beschreibbar sind, lassen sie sich als Lautereignisse, die sowohl von der menschlichen Wahrnehmung als auch von individuellen Assoziationen beeinflusst werden, nicht auf diese Weise fassen. Für das Design von Schallereignissen stehen Parameter wie Grundfrequenz, Pegel, Signalform, Zeistruktur etc. zur Verfügung, die daraus resultierenden Klänge werden von Rezipienten aber - als Lautereignisse - auf unterschiedlichen Wirkungs- und Bedeutungsebenen wahrgenommen, interpretiert und ausgewertet. Um Informationen mithilfe von Auditory Displays erfolgreich an Rezipienten zu vermitteln, ist es daher nötig, dem jeweiligen Zweck angemessene Lautereignisse zu kreieren, umso mehr, als der Einsatz von Auditory Displays zur Unterstützung der Benutzerführung vor allem in visuell dominierten Szenarien (z.B. dem Lenken eines Fahrzeugs) immer mehr an Bedeutung gewinnt. Um sich dem Ziel der Schaffung geeigneter Lautereignisse anzunähern, werden im Vortrag verschiedene Wahrnehmungsebenen untersucht, Begriffsklärungen aus Semiotik und Akustik vorgenommen und exemplarisch Warn- und

Hinweisklänge im automotiven Kontext besprochen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen einen Beitrag leisten, die Gestaltung von Warn- und Hinweisklängen zu erleichtern und zu verbessern.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Sounddesign (Poster)

Einfluss von Kontext auf die Bewertung von akustischen Systemmeldungen

J. Seebode, R. Schleicher, S. Sundaram und S. Möller

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Die Wahrnehmung und Bewertung auditiver Systemmeldungen findet in der realen Anwendung immer in einem Kontext statt, der möglicherweise beeinflussend wirkt. Wir untersuchen daher den Einfluss von Kontext auf die Wirkung von Alltagsgeräuschen, die als Auditory Icons genutzt werden sollen. Versuchspersonen wurden gebeten, eine Reihe solcher Alltagsgeräusche (ausgewählt aus der BBC Sound Effects Library) auf den affektiven Dimensionen Valenz, Erregung und Dominanz zu bewerten. Zusätzlich sollten sie den Geräuschen verschiedene Aktionen, die in der Interaktion mit einem Smartphone auftreten können, zuordnen, und bewerten, wie gut diese zum jeweils abgespielten Geräusch passen. Um den Einfluss des Kontexts auf die Bewertung zu untersuchen, wurden drei verschiedene Szenarien gewählt - Café, Büro und eine neutrale Laborumgebung. Diese Szenarien wurden durch entsprechende Dekoration des Versuchsraumes sowie die Präsentation typischer Hintergrundgeräusche unterstützt. Für das Café-Szenario wurden Umgebungsgeräusche wie Geschirrklopfen und sich unterhaltende Menschen während der gesamten Versuchsdauer abgespielt. Für das Büro-Szenario wurden unter anderem Druckerrattern und Telefonklingeln gewählt. Das neutrale Laborszenario fand als Kontrast ohne Hintergrundgeräusche statt. Wir stellen im Ergebnisteil vor, inwieweit die Merkmale des jeweiligen Kontexts und das Vorhandensein verschiedener Hintergrundgeräusche die affektive Wirkung der Alltagsgeräusche beeinflussen.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Sounddesign (Poster)

Akustische Synthesestrategie für die Erweiterung von Force-Feedback zur virtuellen Form- und Objekterkennung

M. Stamm, M.E. Altinsoy und S. Merchel

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Dem haptischen Force-Feedback fällt bei der Interaktion in virtuellen Welten eine zunehmend große Bedeutung zu, denn mit Hilfe der übertragenen Interaktionskräfte können vom Nutzer zahlreiche Aufgaben bewältigt werden. Die Bewältigung der virtuellen Form- und Objekterkennung ist eine solche Aufgabe, bei der Force-Feedback unabdingbar ist. Wichtige Anwendungsmöglichkeiten sind hier im Bereich des medizinischen Trainings und der Teleoperation in der minimal invasiven Chirurgie gegeben. Desweiteren spielt die haptische Modalität eine besondere

Rolle für sehbehinderte Menschen, die mit Hilfe von Force-Feedback-Geräten z.B. digital modellierte Grafiken aus Büchern ertasten und somit effektiv über diese Modelle lernen können. Dennoch ist es erstrebenswert, haptisch wiedergegebene Form- oder Objektinformationen (Flächenkrümmungen, Anstiege, Ecken, Kanten, Orientierungen) zusätzlich akustisch zu unterstützen. Auf diese Weise lässt sich das begrenzte haptische Auflösungsvermögen "erweitern" und außerdem die Sicherheit des Nutzers bei der virtuellen Interaktion und damit die Qualität der Anwendung erhöhen. Hier soll nun eine akustische Synthesestrategie vorgestellt werden. Diese beruht auf Aufnahmen von Interaktionsgeräuschen unterschiedlicher Abtasthilfen (Finger, starrer Tastfühler, Kugel) mit unterschiedlichen Formen bzw. Geometrien. Aus den Aufnahmen wurden die für die einzelnen Geometrien charakteristischen zeitlichen und spektralen Signaleigenschaften identifiziert. Basierend auf dieser Analyse und den extrahierten dominanten Eigenschaften wurden verschiedene akustische Signale generiert und in einem Pilotversuch evaluiert.

Sitzung „Maschinenakustik“

Di. 14:00 3C

Maschinenakustik

Quietschen bei Kfz-Scheibenbremsen - Ursache und Abhilfemöglichkeiten

U. von Wagner und D. Hochlenert

TU Berlin

Scheibenbremsen bei Kraftfahrzeugen sind weitgehend ausgereifte technische Systeme, welche mit geringen Kosten in der Regel ihre Kernaufgabe - das Fahrzeug zu verzögern - sicher erfüllen. Problematisch sind bei diesen Bremsen verschiedene Geräuschphänomene, wobei hier an erster Stelle das hochfrequente Bremsenquietschen zu nennen ist. Dieses beeinflusst zwar in aller Regel nicht die Bremswirkung, wird aber von vielen Kunden als Mangel angesehen und führt zu hohen Kosten im Zuge von Reklamationen und Gewährleistungen. Der Vortrag gibt zunächst eine Einführung in die Problematik und zeigt den Entstehungsmechanismus des Bremsenquietschens an mathematisch-mechanischen Modellen. Anhand von Modellüberlegungen und Messergebnissen werden dann verschiedene Defizite herkömmlicher Verfahren zur Untersuchung und Beschreibung dieses Problems identifiziert und Lösungsmöglichkeiten diskutiert. Der Vortrag soll eine breite Einführung in die Problematik und die aktuellen Handlungsfelder geben.

Di. 14:25 3C

Maschinenakustik

Flächenbeiträge zur abgestrahlten Schalleistung - Eine Alternative zur Intensität?S. Marburg^a und E. Lösche^b^a *Univ. der Bundeswehr München, Inst. für Mechanik;* ^b *TU Dresden*

Bei Problemen der Schallabstrahlung wird als Bewertungskriterium für eine schwingende Struktur meist die abgestrahlte Schalleistung herangezogen. Man ermittelt diese (im Frequenzbereich) als Realteil des Integrals der Intensität über eine den Körper umschließende Oberfläche, zum Beispiel seine eigene Oberfläche. Die Intensität in Normalenrichtung kann positiv und negativ sein, es kann also zu Auslöschungseffekten kommen. Durch mathematische Manipulationen ist es möglich, eine Größe zu schaffen, die physikalisch zwar als Intensität aufgefaßt werden kann, die jedoch immer positiv ist. Diese Größe wird hierin als Flächenbeteiligung bezeichnet. Der Vortrag beschreibt die Berechnung dieser Flächenbeteiligungen und vergleicht sie mit der Intensität am Beispiel einer einfachen Platte sowie am Beispiel von zwei Platten, deren Abstrahlung durch einen Helmholtz-Resonator gemindert wird. Insbesondere im tieffrequenten Bereich sind deutliche Unterschiede zu bemerken.

Di. 14:50 3C

Maschinenakustik

Simulationskette zur Prädiktion der abgestrahlten Schalleistung elektrischer MaschinenJ. Blum^a, M. Pollow^a, M. Müller-Trapet^a, M. van der Giet^b, P. Dietrich^a, K. Hameyer^b und M. Vorländer^a^a *Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b *Institut für Elektrische Maschinen, RWTH Aachen*

Im Design-Prozess elektrischer Maschinen gewinnt die Prädiktion und Reduzierung elektromagnetisch angeregter Lärmkomponenten zunehmend an Bedeutung. Für eine erste Bewertung des akustischen Verhaltens ist die abgestrahlte Schalleistung in relevanten Betriebspunkten eine der wichtigsten Kennzahlen. Der hierbei benötigte Rechenaufwand ist aber verhältnismäßig groß. Deshalb wird meistens nur ein einfacher, aus der Oberflächenschnelle berechneter Parameter optimiert.

In diesem Beitrag werden die drei einzelnen Simulationsschritte vorgestellt. In einem ersten Schritt erfolgt eine elektromagnetische Feldberechnung. Anschließend wird die Oberflächenschnelle bestimmt und die Schalleistung durch eine Abstrahlungsrechnung gewonnen. Der Fokus liegt auf der Berechnung der abgestrahlten Schalleistung unter Verwendung eines semi-analytischen Abstrahlmodells. Durch Anwendung der diskreten Fourier-Transformation im Ortsbereich lassen sich bekannte und verifizierte analytische Modelle auf diskretisierte Abstrahlkörper anwenden. Es wird ein Modell eines unendlich ausgedehnten Zylinders mit axial begrenzter Schnelle verwendet, da elektrische Maschinen häufig eine zylinderförmige Geometrie aufweisen. Durch die Abtastung ist

im Gegensatz zum rein analytischen Modell keine weitere Definition der Randbedingungen an den Zylinderenden erforderlich.

Die Abstrahlcharakteristik und die resultierende Schalleistung einer Asynchronmaschine werden dabei für einen konkreten Betriebspunkt sowohl mit dem vorgestellten Modell als auch mit der Boundary-Element Methode bestimmt. Es folgt eine Analyse hinsichtlich Korrektheit, Anwendbarkeit und Zeitgewinn der Simulation.

Di. 15:15 3C

Maschinenakustik

Modellierung des akustischen Verhaltens elektrischer Traktionsantriebe für Elektro- und Hybridfahrzeuge

M. Bösing und R. De Doncker

ISEA, RWTH Aachen

Die in Elektro- und Hybridfahrzeugen den Verbrennungsmotor ersetzenden beziehungsweise ergänzenden elektrischen Antriebe stellen im Fahrzeug eine neue Geräusch- und Vibrationsquelle dar. Dieser Beitrag erläutert, wie das akustische Verhalten elektrischer Antriebe effizient modelliert und somit bei der Antriebsentwicklung und Systemintegration berücksichtigt werden kann. Diese interdisziplinäre Fragestellung erfordert, Daten und Wissen von Maschinenausleger, Regelungstechniker, Konstrukteur, NVH-Experte und Messtechniker zu verknüpfen. Im Unterschied zu stationären Antrieben geringer Dynamik, wo oftmals die Betrachtung einzelner Betriebspunkte ausreicht, ist bei Traktionsanwendungen die Charakterisierung des gesamten Drehzahl- und Drehmomentbereichs erforderlich. Die isolierte Betrachtung einer Vielzahl von Betriebspunkten ist hierbei nicht zielführend. Kern des vorgestellten Modellierungsansatzes ist die Überlagerung von Strukturschwingungsantworten auf charakteristische Kraftanregungsformen. Hierdurch können trotz Verwendung realitätsnaher Finite-Elemente-Modelle die akustischen Betriebsschwingungen für beliebige Betriebspunkte bestimmt werden. Eingangs dienen elektromagnetische Finite-Elemente-Modelle zur Bestimmung der stromabhängigen Kraftanregung und zur Ableitung der elektrischen Ersatzschaltbildparameter. Mithilfe dieser wird die betriebspunktabhängige Kraftanregung berechnet. Durch klare Schnittstellen ist es möglich, das Verfahren auf vielfältige Maschinentypen anzuwenden, die einzelnen Schritte getrennt zu optimieren, numerische durch analytische oder messtechnische Ansätze auszutauschen und beispielsweise eine Luftschallabstrahlungsberechnung anzuschließen. Im Vergleich mit Messungen an einem Traktionsantrieb für ein Hybridfahrzeug wird das vorgestellte Verfahren verifiziert.

Di. 15:40 3C

Maschinenakustik

Getriebeakustikentwicklung des Mercedes-Benz SLS AMG

M. Lauer und M. Hofmann

Mercedes-AMG GmbH

Der im März 2010 in den Markt eingeführte Mercedes SLS AMG basiert auf einer völlig eigenständigen und kompromisslos auf maximale Fahrdynamik ausgelegten Sportwagenplattform. Das speziell für dieses Fahrzeug ausgelegte und neu entwickelte Antriebsstrangkonzept setzt sich aus einem vollständig überarbeiteten 6,2 Liter V8 Motor mit Trockensumpfschmierung und einem 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe, zu einem sehr steifen Transaxlesystem verblockt, zusammen. Gerade zur Erfüllung der Mercedes-typischen Maßstäbe an die Akustik stellt ein solches Fahrzeug- und Antriebskonzept eine besondere Herausforderung dar. Getriebegeräusche sind dabei aufgrund ihrer störenden Charakteristik zu eliminieren. Zudem müssen die sich anschließenden Komponenten des Antriebs, z.B. die Aggregatelager und Entkopplungselemente, hinsichtlich des Akustik- und Schwingungsverhaltens im Detail aufeinander abgestimmt und optimiert werden. Im Beitrag werden die wesentlichen NVH-Entwicklungsschwerpunkte auf der Getriebeseite dargestellt.

Di. 16:05 3C

Maschinenakustik

Akustische Messungen an Photovoltaik-WechselrichternA. Meister^a, K. Moritz^a, A. Skowronek^a, L. Kurtze^a, W. Ellermeier^b, M. Roos^c, S. Seeber^d und H. Hanselka^e

^aTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^bTU Darmstadt, Institut für Psychologie; ^cFraunhofer IWES, Kassel; ^dVoltwerk Electronics; ^eFraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Derzeit beschäftigen sich Forschungseinrichtungen und Hersteller damit, Defizite in relevanten Normen für die akustische Messung von Photovoltaik-Wechselrichtern aufzuzeigen und Alternativen zu erarbeiten. Geräuschemissionsangaben in dB(A) eignen sich nicht, den Grad der Belästigung des Menschen einzuschätzen und verschiedene Solarwechselrichter diesbezüglich zu vergleichen. Mit akustischen Messungen und Hörversuchen an der TU Darmstadt sollen deshalb geeignete Kenngrößen ermittelt werden. Hierzu wurden in einem ersten Schritt Wechselrichter mehrerer Hersteller in verschiedenen Betriebszuständen akustisch untersucht. Schalldruckmessungen erfolgten an 40 Mikrofonpositionen auf einer halbkugelförmigen Hüllfläche um die Geräte. Die Auswertung der erfassten Messdaten beinhaltete FFT-Analysen, die Bestimmung des Schalleistungspegels sowie die Ermittlung der Schalldruckspektren im Ultraschallbereich. Es zeigten sich gerätetypische Spektren, die bei den meisten Fabrikaten tonale Komponenten hohen Schalldruckpegels im Bereich von 16-20 kHz, oftmals auch im Ultraschallbereich bei 35-40 kHz aufwiesen. Schalleistung, Summenpegel und Signal-Rausch-Abstand der hochfrequenten tonalen Komponenten

nahmen mit steigender Geräteleistung um 5 bis 15 dB zu. Die Drehzahl zugeschalteter Lüfter beeinflusste die akustischen Pegelmaße demgegenüber nur geringfügig. In einem zweiten Schritt wurden die gewonnenen Messdaten psychoakustisch analysiert. Dabei zeigte sich, dass der A-bewertete Schallpegel und die Schalleistung die subjektiven Wirkungen der Geräuschemissionen nur unbefriedigend vorhersagen. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sollen verbesserte Prüfverfahren für Geräuschemissionsmessungen von Photovoltaik-Wechselrichtern entwickelt werden.

Di. 16:55 3C

Maschinenakustik

Einflussparameter bei körperschallbedingter Geräuscentwicklung einer Maschine

G.R. Sinambari

FH Bingen, IBS Frankenthal

Die Geräuschreduzierung durch konstruktive primäre Maßnahmen hat die Aufgabe, die Schallentstehung bereits an der Quelle zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Hierzu ist es allerdings notwendig, dass man die Mechanismen bei der Schallentstehung, -übertragung und -abstrahlung kennt. Weiterhin müssen zuvor durch geeignete Untersuchungen, z.B. konstruktionsakustische Schwachstellenanalyse, quantitativ die luft- und körperschallbedingte Geräuscentwicklung der Maschine ermittelt und die Hauptlärmquellen lokalisiert werden. Solche Analysen lassen sich am besten an bestehenden Maschinen oder an einem Prototyp realisieren. Für die in der Planungsphase befindlichen Maschinen kann, nach Vorlage der Funktions- und Konstruktionszeichnungen, natürlich nur eine grobe schalltechnische Schwachstellenanalyse vorgenommen werden.

Die körperschallbedingte Geräuscentwicklung einer Maschine, verursacht durch mechanische Wechselkräfte, ist oft für die Gesamtgeräuscentwicklung der Maschine, wie z.B. bei einem Getriebe, verantwortlich. Die Reduzierung solcher Geräusche setzt voraus, dass man die maßgebenden Einflussparameter kennt. Hierbei sind, neben den Wechselkräften, vor allem die Eingangs- und Übertragungsimpedanzen, die u.a. auch das Resonanzverhalten von Strukturen beschreiben, wesentliche Parameter bei der Körperschallentstehung.

In Rahmen dieses Beitrages werden die wesentlichen Einflussparameter bei der Entstehung, Übertragung und Abstrahlung von Körperschall-schwingungen von Maschinenstrukturen, Geräuscentwicklung durch Gehäuseabstrahlung, vorgestellt.

Di. 17:20 3C

Maschinenakustik

Modale Beschleunigungsaufnehmer-Arrays auf Basis von Piezoelektret-FolienP. Pondrom^a, L. Kurtze^b, J. Hillenbrand^c, J. Bös^b, H. Hanselka^d und G.M. Sessler^c^aLOEWE-Zentrum AdRIA, Fachgebiet SzM, TU Darmstadt; ^bTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^cTU Darmstadt, Institut für Nachrichtentechnik; ^dFraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Seit einigen Jahren werden Beschleunigungsaufnehmer auf Basis von Piezoelektret-Folien hergestellt und untersucht. Solche Sensoren zeichnen sich durch hohe Empfindlichkeit, niedriges Gewicht, geringe Bauhöhe und ihren einfachen Aufbau aus. Daher sind sie besonders gut zur Realisierung von ein- oder zweidimensionalen Arrays geeignet. In der vorliegenden Arbeit wurden daher biegsame Sensor-Arrays hergestellt, bei denen mehrere dieser Aufnehmer auf einer doppelseitigen flexiblen Leiterplatte aufgebracht sind. Die elektromagnetische Abschirmung der Sensoren erfolgt auf der Oberseite durch eine aufgeklebte metallisierte Kunststoffolie und auf der Unterseite durch die Leiterplatte. Das von den Einzelsensoren erzeugte Signal wurde mittels Ladungsverstärkern aufgenommen. Mit einer Masse von 1,2 g und einer quasistatisch gemessenen d_{33} -Konstante von 700 pC/N wurden eine Empfindlichkeit von 0,8 pC·s²/m bei 100 Hz und eine Resonanzfrequenz von 3,5 kHz erreicht. Werden die einzelnen Sensorausgänge mit unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren summiert, so kann ein solches Array als modaler Sensor verwendet werden, der nur für bestimmte Moden einer schwingenden Struktur sensitiv ist. Solche Sensoren können beispielsweise bei der aktiven Dämpfung von Schwingungen mit besonders intensiver Schallabstrahlung eingesetzt werden.

Di. 17:45 3C

Maschinenakustik

On high modal density estimation and auralizationT. Lohmann^{a,b}, K. Bendel^b und S. Zimmermann^b^aInst. for Techn. Acoustics, RWTH Aachen; ^bRobert Bosch GmbH

The analysis of NVH issues (noise, vibration, harshness) benefits significantly from auralization technique for example in Transfer Path Analysis (TPA). Usually the transfer functions from the source to a receiver position are measured or calculated from structural dynamics simulations of the transmission system where possible. Due to the complexity of real mechanical structures, the frequency response functions are subject to high modal densities and overlap. Therefore different modes can not be distinguished any more in the mid and high frequency regime although all modes are expected to contribute with broad-band excitation. The question in this context is, how auralization of complex structures is affected by high modal densities and overlap factors. For the modal density estimation of a transfer function only, a subband approach is presented

which calculates the modes with an IIR filter through autoregressive moving average modelling (ARMA model). For an example structure, it is shown that a lower number of modes is sufficient for auralization in the high frequency part of the transfer function.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Maschinenakustik (Poster)

Untersuchung der akustischen Auswirkungen von Wellenfehlstellungen in Sondergetrieben

A. Skowronek^a, S. Kuhl^{a,b}, J. Bös^a und H. Hanselka^c

^aTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^b(ehem. Mitarbeiter); ^cFraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Möchte man akustische Eigenschaften von Getrieben messtechnisch erfassen, so montiert man diese in der Regel auf Prüfständen und wertet Mikrofon- oder Beschleunigungsmessungen während des Betriebes aus. Jedoch schwanken die Messergebnisse bei erneuter Montage der Getriebe häufig relativ stark. Bedingt ist dies durch hohe Steifigkeiten von Getrieben, so dass bereits kleine Änderungen in der Positionierung von Bauteilen zu Änderungen der wirkenden Kräfte und somit des abgestrahlten Schalls führen. Um trotzdem aussagekräftige Ergebnisse zu erlangen, werden Messungen deswegen in der Regel wiederholt und gemittelt. Die Ausprägung und der genaue Einfluss von Wellenfehlstellungen auf akustische Kennwerte bleiben dabei jedoch unbekannt. In dem Vortrag werden Messergebnisse eines innovativen Akustik-Prüfstands vorgestellt, der für die Untersuchungen solcher Einflüsse konzipiert wurde. Dabei ist die Lagerung einer Getriebeeingangswelle als Fest-Los-Lagerung mit einem aktiven radialen Magnetlager realisiert. Dieses kann gezielt statische oder umlaufende radiale Fehlstellungen der Eingangswelle erzeugen, so dass Verschiebungen wie z.B. durch Montagefehler oder Unwuchten simuliert werden können. Auch können die dynamischen radialen Kräfte bestimmt werden, die in Abhängigkeit von den Fehlstellungen auf die Welle wirken. Die so gewonnenen Daten sollen eine Abschätzung akustischer Kenngrößen in Abhängigkeit von den Fertigungstoleranzen einzelner Bauteile ermöglichen.

Sitzung „Geschichte der Akustik“

Di. 14:00 3B

Geschichte der Akustik

Frühe Arbeiten zur Lautheit breitbandiger Tonkomplexe

A. Kohlrausch

Philips Research Europe, Eindhoven

Für die Entwicklung psychoakustischer Messverfahren und Konzepte ist die Bestimmung der Lautheit von großer Bedeutung. Der Lautheitsvergleich zwischen Stimuli verschiedener Frequenz ist die Grundlage der Kurven gleicher Lautheit, die international standardisiert sind und in der Form der A-Gewichtung bei rein physikalischen Pegelmessungen berücksichtigt werden. Der Einfluss der Bandbreite eines Schalles auf die

Lautheitswahrnehmung hat andererseits die Entwicklung des Frequenzgruppenkonzeptes beeinflusst. In diesem Beitrag möchte ich eine wenig bekannte Arbeit von Barkhausen und Tischner (1927) vorstellen, in der der Einfluss des Obertonspektrums auf die Lautheitswahrnehmung von Tonkomplexen experimentell bestimmt wurde. Ein wichtiges Ergebnis dieser Arbeit ist, dass ein Vergleich der Lautheit auch bei extrem verschiedenem Klangcharakter der zu vergleichenden Schalle mit hoher Genauigkeit möglich ist. Diese Beobachtung veranlasste Heinrich Barkhausen dazu, ein solches Vergleichsverfahren zur Grundlage seines patentierten Schallmessers für die Praxis zu machen. Die Lautheitsvergleiche ergaben, dass die Lautheit komplexer Signale gleich der Lautheit der subjektiv lautesten im Klang enthaltenen sinusförmigen Oberschwingung ist. Dies gilt allerdings nicht mehr, wenn die Frequenzen der dieser stärksten Komponente benachbarten Oberschwingungen um weniger als etwa 20 % abweichen. Auch bei diesen Messungen zeigte sich also ein Einfluss des Frequenzabstandes, der auf das später entwickelte Konzept der Frequenzgruppe hindeutet.

Di. 14:25 3B

Geschichte der Akustik

Aus den Anfängen der Experimentalphonetik - Hilfsgeräte zur Behandlung Hör- und Sprachbehinderter

D. Mehnert, R. Dietzel und U. Kordon

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Die stürmische Entwicklung der Experimentalphonetik am Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde nicht nur von der Linguistik und Medizin, sondern auch von der Technik und Pädagogik befördert. Aus diesen Fachgebieten wurden entsprechend den unterschiedlichen Aufgabenstellungen unterschiedliche Geräteentwicklungen angeregt und befördert. Aber auch umgekehrt griffen die Wissenschaftler der angrenzenden Fachgebiete die sich anbietenden Verfahren und Geräteentwicklungen der Experimentalphonetik auf, um sie in ihrem Fachgebiet einzusetzen und zu verwenden, so z. B. auch in der Hör- und Sprachbehindertepädagogik. Im vorliegenden Beitrag wird über diese Querverbindungen zwischen Experimentalphonetik und Rehabilitationspädagogik berichtet. Es werden erste Geräte vorgestellt und beschrieben, die zur Behandlung und Rehabilitation von Hör- und Sprachbehinderten dienen. Sie befinden sich in der Historischen akustisch-phonetischen Sammlung am Institut.

Di. 14:50 3B

Geschichte der Akustik

Zur Entwicklung des Vocoders in Deutschland

R. Hoffmann

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

In den 1920/30er Jahren wurden die Probleme deutlich, die bei der Sprachübertragung aus dem Konflikt zwischen Sprachbandbreite und verfügbarer Übertragungsbandbreite z. B. bei Fernmeldekabeln entstanden. Eine der vorgeschlagenen Lösungen bestand in der parallelen

Übertragung des Signals in einzelnen Frequenzbändern, die in den USA durch H. Dudley realisiert wurde. Dieses Gerät, das Dudley als VOCODER bezeichnete, ist berühmt geworden. Weniger bekannt ist, dass entsprechende Arbeiten auch in Europa stattgefunden haben. So ist das Verfahren in Deutschland wesentlich eher als in den USA patentiert worden. Leider ist es sehr schwierig, über die frühen europäischen und insbesondere deutschen Vocoder belastbare Informationen zu erhalten, da von einer Ausnahme abgesehen die Geräte gegenständlich nicht erhalten sind und die Aktenlage in den meisten Fällen sehr schlecht ist. Im vorliegenden Beitrag wird der aktuelle Stand der Recherchearbeiten vorgestellt, auch in der Hoffnung, dass das Auftauchen weiterer Hinweise angeregt wird. Schließlich verdient der Vocoder unser Interesse, weniger als Fossil der Übertragungstechnik, als vielmehr als Ausgangspunkt für die Entwicklung der gesamten parametrischen Sprachsynthese.

Di. 15:15 3B

Geschichte der Akustik

Geschichte des Kondensatormikrophons in der Studioteknik - die Frühzeit

M. Schneider

Georg Neumann GmbH

1916 in den USA erfunden, wurde das Kondensatormikrophon ab 1928 der bevorzugte Schallwandler im aufkommenden Rundfunk- und Studiobetrieb Europas und löste dabei das Kohlemikrophon ab. Erst nach 1945 setzte es sich dann auch in den USA durch und verdrängte dabei das dort vorherrschende Bändchenmikrophon.

Das Kondensatormikrophon wurde ursprünglich für Messzwecke entwickelt und wird in der Lehre der Akustik meist auch nur als Druckempfänger mit kugelförmiger Richtcharakteristik und linearem Frequenzgang des Freifeldübertragungsfaktors behandelt. Wichtige Stationen in der Entwicklung des Kondensatormikrophons für den Studiobetrieb betrafen hingegen - serientaugliche Fertigung - anwendungsbezogene Gestaltung des Frequenzgangs - Richtwirkung durch Druckgradientenempfänger - Nahbesprechungseffekt - umschaltbare Richtcharakteristik - fernumschaltbare Richtcharakteristik - Diffusfeldentzerrung - stark richtende Mikrophone Diese Stationen werden anhand ihrer Erfinder sowie der entstandenen Typen und ihrer Auswirkungen auf die Studioteknik in Abbildungen, Ton und ggf. Video erläutert.

Di. 15:40 3B

Geschichte der Akustik

40 Jahre verdeckendes Rauschen in Großraumbüros - Akustische Herausforderung für Büroarbeitsplätze

E.-J. Völker

Institut für Akustik und Bauphysik

Die Frage nach Geräuschminderung und Sprachverständlichkeit begleitete den Bau großer Geschäftshäuser, Banken und Versicherungen. Dort wurde in Einzel- und Mehrpersonenbüros, jedoch insbesondere

in Großraumbüros, mit typischen, zum Teil störenden Umgebungsgeräuschen gearbeitet. Privacy im Sinne einer gewünschten Abschirmung war häufig nicht erreicht, auch nicht mit Verkehrsgeräuschen oder Vogelgezwitscher, die über Lautsprecher eingespielt wurden. Es gab stattdessen das verdeckende Rauschen in vielen Großraumbüros. Darüber hat der Autor 1968 berichtet im Rahmen der Beratung für das Verwaltungsgebäude und Elektronikgebäude der Lufthansa am Flughafen Frankfurt/Main. Inzwischen sind Behaglichkeitsfelder definiert worden, die als Optimum angesehen werden können. Es muss ein Kompromiss möglich sein zwischen zulässigem Sprachschall, Abstand zwischen Arbeitsplätzen und Schallabsorption an Decken und Wänden sowie Schaffung dieses verdeckten Rauschens. 1970 wurde eine Lösung angeboten, die sich bis heute bewährt hat. Neue Umgebungsgeräusche sind hinzugekommen, etwa herrührend von Computern, Kopiergeräten, Lüftungsanlagen oder Geräuschen von außen. Die akustischen Bedingungen am Büroarbeitsplatz müssen sorgfältig ausgesucht und über lange Zeit konstant gehalten werden. Seit über 40 Jahren bleibt das akustische Ambiente erhalten. Jede Änderung ist schwierig, auch das Umsetzen von Mitarbeitern in andere Büros. Insofern haben sich die jahrelangen Anstrengungen aller Beteiligten gelohnt. Nach diesen Erkenntnissen wird auch heute die wissenschaftliche Arbeit fortgesetzt.

Di. 16:05 3B

Geschichte der Akustik

Geschichte des Schullärms

E. Zenetti

Uni Regensburg

„Geschichte des Schullärms“ In diesem Beitrag soll die historische Entwicklung des Lärms, den Lehrer und Schüler in der Schule ausgesetzt sind, näher beschrieben werden. Dazu wird ein Blick in die Geschichte des Schulwesens geworfen und die jeweiligen Lärmquellen aufgezeigt.

Di. 16:30 3B

Geschichte der Akustik

Zur Geschichte der Lehre der Akustik

S.-R. Mehra

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Die Lehre der Akustik befasst sich mit der Vermittlung von Grundlagen und Phänomenen des Schalls, seiner Entstehung, Analyse, Ausbreitung und Wahrnehmung. Als Fachgebiet ist die Akustik interdisziplinär ausgerichtet und baut auf Erkenntnissen aus zahlreichen Wissensgebieten, insbesondere der Physik, Psychologie, Nachrichtentechnik und Materialwissenschaften, auf. Bis zum 17. Jahrhundert wurden die bekannten akustischen Erscheinungen in der theoretischen Musik- oder Harmonielehre abgehandelt. Erstmals führte Joseph Sauveur (1653 - 1716) den Begriff „Akustik“ zur Bezeichnung von der Lehre des Schalls ein. Der Beginn der wissenschaftlichen Akustik geht auf Pythagoras (570 - 510 v. Chr.) zurück. Für den römischen Architekten Vitruv (ca. 80 - 10 v.

Chr.) war Akustik ein wichtiger Bestandteil der Ausbildung von Architekten und Baumeistern. Das 1877 von John William Strutt, 3. Baron Rayleigh (1842-1919) veröffentlichte Buch "Theory of Sound" stellte das Standardwerk des akustischen Wissens dar.

Als Gründer der modernen und heutigen experimentellen Akustik gilt Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827). Mit seinem Hauptwerk "Die Akustik" legte Chladni den Grundstein der Akustik als eine eigenständige Fachdisziplin. Im Rahmen des Vortrags soll ein kurzer Überblick darüber gegeben werden, wie sich die Lehre der Akustik geschichtlich entwickelt hat und welche Bedeutung der Akustik heute in der Lehre beigemessen wird.

Di. 16:55 3B

Geschichte der Akustik

Die "Farbe-Ton-Forschung" in Hamburg 1925-1936

M. Haverkamp

Ford Werke GmbH

Im Jahr 1925 initiierte der Hamburger Psychologieprofessor Georg Anschütz verschiedene Aktivitäten zur Erforschung der visuellen Aspekte auditiver Wahrnehmung. Die Bemühungen gipfelten in vier Kongressen zur Farbe-Ton-Forschung in den Jahren 1927, 1930, 1933 und 1936. Zahlreiche Dokumente finden sich in drei Sammelbänden sowie in weiteren Publikationen. Diese Veröffentlichungen zeigen zum ersten Mal umfangreiches Material farbiger Visualisierungen synästhetischer Phänomene. Die ersten beiden Kongresse sind ausführlich dokumentiert. Neben der Beschreibung und Analyse synästhetischer, durch Schallreize ausgelöster Phänomene wurde erfolgreich versucht, psychologische Forschung, Musikpsychologie, Pädagogik und Bildende Kunst zusammenzuführen. Im Rahmen der Farbe-Ton-Forschung wurden darüber hinaus ausführliche Quellenstudien durchgeführt und viele hundert Publikationen ausgewertet. In den 1930er Jahren rückten allgemeine Fragestellungen in den Vordergrund, insbesondere im Zusammenhang mit der Entwicklung des Tonfilms. Mitte der 30er Jahre konnten die Aktivitäten nicht fortgesetzt werden. Erst gegen Ende des 20sten Jahrhunderts wurde die Forschung zu multisensuellen Verknüpfungen im Wahrnehmungssystem auf internationaler Ebene wieder aufgenommen. Zahlreiche Befunde belegen inzwischen die Verbreitung synästhetischer Phänomene sowie die Bedeutung multisensueller Verknüpfungen für die Geräuschwahrnehmung. Die Farbe-Ton-Forschung hat dazu wesentliche Vorarbeiten geleistet. Bereits zu Beginn der 1930er Jahre war ein wissenschaftliches Niveau wahrnehmungspsychologischer Untersuchungen erreicht, das erst gegen Ende des 20sten Jahrhunderts - u.a. mit Hilfe abbildender Verfahren der Hirnforschung - übertroffen wurde.

Di. 17:20 3B

Geschichte der Akustik

Schumann und die Klangfarbengesetze. Wo lagen die Schwierigkeiten ihrer Akzeptanz?J.P. Fricke*Musikwissenschaftliches Institut*

Die von Erich Schumann entwickelten Formantgesetze waren zunächst unglaublich, konnten aber später bestätigt werden (F.A. Saunders 1946, P.F. Lehman 1962, Ulrich Müller 1970, Wolfgang Voigt 1975). Formanten sind bei den Blasinstrumenten nicht zu erwarten, weil ihnen der Resonator fehlt, sie zu erzeugen. Es fehlt ein stark entkoppelter Resonator mit einer Übertragungsfunktion, wie der Vokaltrakt ihn darstellt. Dennoch sind bei den Holz- und Blechblasinstrumenten frequenzkonstante Energiemaxima festzustellen, die von der Tonhöhe relativ unabhängig sind. An ihnen können die Formantgesetze nachgewiesen werden. (Das ist bei den Windkapselinstrumenten nicht der Fall, sondern nur bei den modernen Orchesterinstrumenten). Da eine plausible Erklärung der Schumannschen Ergebnisse fehlte, war ihre Akzeptanz unter den Fachkollegen stark erschwert. Wenn die Übertragungs- und die Abstrahlungsfunktion für die Formantentstehung nicht in Frage kommen, empfiehlt es sich, bei der Anregungsfunktion nach Möglichkeiten zu suchen. Mit dem Verfahren der Impulsformung wurde 1975 (Fricke, DAGA Braunschweig) ein alternatives Konzept vorgeschlagen. Es wurde in den Jahren danach systematisch überprüft und konnte bis jetzt bestätigt werden. Es galt also zunächst, die Unmöglichkeit der Existenz von frequenzkonstanten Formanten zu widerlegen. Dies war mit dem Konzept der konstanten Impulsform möglich. Mit der Variation der Form der Impulse konnte dann die Richtigkeit der Formantgesetze bestätigt werden.

Di. 17:45 3B

Geschichte der Akustik

Die Akustik des Teatro Olimpico in VicenzaS. Weinzierl und F. Schultz*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation*

Das 1585 eröffnete Teatro Olimpico in Vicenza ist das älteste, vollständig erhaltene neuzeitliche Theater in Europa und das älteste geschlossene Theatergebäude der Welt. Von Andrea Palladio nach dem Vorbild antiker Theaterbauten entworfen, war es unmittelbares Vorbild für weitere Renaissance-Theater, wie sie in der Folgezeit in Norditalien errichtet wurden. Die Akustik des Theaters wurde nach ISO 3382 vor Ort vermessen und für verschiedene Besetzungszustände im Computermodell simuliert. Die Ergebnisse im Hinblick auf Nachhall und Sprachverständlichkeit weichen stark von heutigen Vorstellungen einer guten Theaterakustik ab, ebenso von den Werten, wie sie spätestens in den Theatern des 18. Jahrhunderts zu finden sind. Sie verweisen, im Vergleich zum Theater des Barock und der Aufklärung, auf die größere Bedeutung der Musik und auf einen an antiken Quellen sich orientierenden Deklamationsstil.

Di. 18:10 3B

Geschichte der Akustik

Carl Friedrich Sondhauss (1815 - 1886) - ein deutscher Schuldirektor, Reformier und "Strömungsakustiker"P. Költzsch*TU Dresden*

Wer war dieser Dr. Carl Sondhauss, der in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Mitte des 19. Jahrhunderts seine - vielzitierten - Experimente zu Lochtönen, Schneidentönen und Erhitzungstönen publizierte, der 1850 die "Sondhauss tube" erfunden hat, der Proportionalitäten ähnlich einer Strouhal-Zahl entwickelte, dessen Resonatorgleichung Helmholtz 1860 mit seiner Theorie des Resonators verglichen und bestätigt hat, der von Lord Rayleigh mehrfach in seiner "Theory of Sound" erwähnt worden ist (auch kritisch; Rayleigh hat sich später dafür entschuldigt), der experimentell Konvexlinsen zur Fokussierung von Schallwellen untersucht hat? Und als Lehrer avancierte Sondhauss 1852 vom Gymnasiallehrer in Breslau zum Direktor der Realschule in Neisse durch "Allerhöchste Kabinettsordre" Sr. Majestät König Friedrich Wilhelm IV. von Preußen, führte er 1855 das Englische obligatorisch in den Unterrichtsplan der Realschule ein, betrieb er (uns heute sehr bekannte) Schulreformen im Spannungsfeld zwischen Realschule und Gymnasium, förderte er eine starke naturwissenschaftliche Ausbildung, entwickelte er die "mathematische, physikalische und chemische Apparatesammlung der Realschule zu Neisse" in besonderer Weise und schließlich gab er als Lehrer (und Direktor!) z. B. 1869 nach dem Lehrplan der "Realschule erster Ordnung" zu Neisse wöchentlich 16 Stunden Unterricht in den Fächern Mathematik und Physik in der Prima und Sekunda. Über Sondhauss' wissenschaftliche und pädagogische Leistungen soll berichtet werden.

Sitzung „Robuste Spracherkennung“

Di. 14:00 2B

Robuste Spracherkennung

Untersuchungen zur Kombination der Erkennungsergebnisse zweier robuster ErkennungssystemeA. Kitzig und H.-G. Hirsch*Hochschule Niederrhein*

Durch die Kombination einzelner Erkennungssysteme zu einem Gesamtsystem kann die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems gegenüber den einzelnen Systemen unter bestimmten Voraussetzungen verbessert werden. Die Verknüpfung mehrerer Systeme kann an verschiedenen Stellen in der Verarbeitungskette von einer Zusammenfassung der akustischen Merkmale bis hin zu einer Kombination der Erkennungsergebnisse erfolgen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die Erkennungsergebnisse zweier Systeme verglichen, von denen das eine

auf einer Extraktion robuster akustischer Merkmale, das andere auf einer Adaption der HMMs beruht. Dabei stellt man fest, dass sich die Ergebnisse bei Betrachtung verschiedener Störszenarien zu einem gewissen Anteil "orthogonal" zueinander verhalten. Dies bedeutet, dass nur einer der beiden Erkennen ein richtiges Ergebnis liefert. Daraus ergibt sich ein Potential zur Verbesserung der Erkennungsrate des Gesamtsystems. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die Ergebnisse der beiden Erkennen in Bezug auf die erkannte Wortfolge als auch in Bezug auf die bei der Erkennung erfolgte zeitliche Segmentierung der Sprache gemäß der erkannten Wortfolge betrachtet. Die zeitlichen Abschnitte, bei denen sich abweichende Erkennungsergebnisse einstellen, werden dahingehend weiter untersucht, welcher Erkennen mit einer im Vergleich gesehenen, höheren relativen Wahrscheinlichkeit ein Ergebnis liefert. Eine Verbesserung der Erkennungsraten konnte im Rahmen von Erkennungsexperimenten mit gestörten und ungestörten Sprachdaten der Aurora-5 Datenbank aufgezeigt werden.

Di. 14:25 2B

Robuste Spracherkennung

Reverberation Modeling for Robust Speech Recognition

R. Maas, A. Sehr und W. Kellermann

Univ. Erlangen-Nürnberg, Multimediakomm. und Signalverarbeitung

Reverberation, which is present in almost all distant-talking recordings of practical interest, significantly reduces the performance of conventional automatic speech recognition (ASR) systems. This performance reduction is caused by the dispersive effect of reverberation on the features. To increase the robustness of ASR systems to reverberation, the acoustic model of the recognizer needs to be able to capture the changed statistical properties of the reverberant feature vector sequences. REMOS (REverberation MOdeling for Speech recognition) is a generic framework especially designed for reverberation-robust distant-talking ASR. The key idea of REMOS is to combine a conventional clean-speech hidden Markov model (HMM) network and a statistical reverberation model (RVM) describing the acoustical environment in the feature domain. During recognition, the most likely contributions of both the HMM and the RVM to the current reverberant observation are determined. The main advantage of REMOS compared to many other state-of-the-art ASR systems is that changing reverberation conditions do not require an entire retraining of the recognizer. It suffices to reestimate the RVM to adapt REMOS to the new environment. Since this can be done efficiently, REMOS is a very flexible framework for reverberation-robust speech recognition. In this contribution, we outline fundamental mechanisms and present recent results.

Di. 14:50 2B

Robuste Spracherkennung

Modulation Feature Extraction for Robust Automatic Speech RecognitionN. Moritz^a, J. Anemüller^b und B. Kollmeier^b^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*^b*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg*

Today's most commonly used features for automatic speech recognition (ASR), such as the Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs) and Perceptual Linear Predictive analysis (PLPs), use the spectral envelope as the prime carrier of the phonetic identity for the classification process. However, the spectral envelope can easily be disrupted by additive and convolutional noise, whereas human speech perception is much less susceptible by distortions. Perceptual experiments indicate that the auditory system of humans analyzes modulation components of a received speech signal, a process that can be mimicked in signal processing by analyzing longer time trajectories of the spectral envelope. The temporal dynamics of a speech signal, i.e. amplitude modulations, seem to serve more reliable cues for robust speech recognition. In this contribution we provide studies in modulation frequency analysis for an environmental noise robust feature extraction method. Several variants of modulation extraction schemes have been investigated using the Aurora-2 benchmark task and optimization for parameters such as length of temporal analysis window has been performed. Results show that robustness to additive and convolutive noise can be improved by modulation-based features as compared to baseline.

Di. 15:15 2B

Robuste Spracherkennung

Robuste Spracherkennung mit spektro-temporalen Filterbankmerkmalen

M.R. Schädler, B.T. Meyer und B. Kollmeier

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Physiologisch motivierte spektro-temporale Merkmale wurden in den letzten Jahren erfolgreich zur automatischen Spracherkennung eingesetzt. Um mit diesen bessere Erkennungsleistungen als mit traditionellen Merkmalen, wie Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs), zu erreichen, kommen dabei zur Sprachmodellierung häufig zusätzliche stochastische und statistische Methoden, wie Neuronale Netze oder eine Hauptkomponentenanalyse, zum Einsatz. In dem von uns vorgestellten, analytischen Ansatz wird eine Filterbank spektro-temporaler Gaborfilter verwendet. Diese gibt die Struktur der Filter vor, limitiert deren Redundanz und kommt so ohne zusätzliche stochastische oder statistische Modellierung aus. In einem Ziffernkettens-Erkennungsexperiment ergibt sich mit Gaborfilterbank (GBFB)-Merkmalen im Vergleich zu MFCC-Merkmalen eine mittlere Reduktion der Wortfehlerrate um 30% bei Störgeräuschpegeln zwischen 20 dB und 0 dB, wenn zur Zeit der Sprachmodellierung keine Information über die Störgeräusche vorliegt. Werden

Störgeräusche beim Training berücksichtigt, so können die Wortfehler-raten, die mit MFCC-Merkmalen erreicht werden, im Mittel um 17% reduziert werden. Die Verbesserung der Erkennungsleistung deutet an, dass die vorgestellten GBFB-Merkmale robuster gegenüber Variationen des Sprachsignals durch Störgeräusche sind als die traditionellen MFCC Merkmale. Wir vermuten, dass dies Folge einer Verbesserung der Darstellung der Sprachinformation durch besser an Sprachstrukturen angepasste Filter ist.

Di. 15:40 2B

Robuste Spracherkennung

Generalization Performance of Spectro-temporal Speech Features

M. Heckmann

Honda Research Institute Europe GmbH

We previously introduced Hierarchical Spectro-Temporal (HIST) features, which, in contrast to conventional spectral features as MFCCs or RASTA-PLP features, are able to model spectro-temporal modulations. We could show that a combination of HIST features with either MFCCs or RASTA-PLP features significantly improves recognition performance in a noisy digit recognition task. HIST features consist of two hierarchical layers where the corresponding filter functions are learned in a data driven way. In this paper we want to investigate the influence of the learning algorithm on the second layer on the performance of the features. For doing so we investigated on one hand different learning algorithms and on the other hand a mismatch between the database used for learning the features and the one employed for training and testing the recognition system. As learning algorithms we investigated Non-negative Matrix Factorization (NMF), Non-negative Sparse Coding (NNSC), and Weight Coding (WC). The two databases we used for learning the features are TIDigits, a database containing continuously uttered digit sequences, and TIMIT, a database of phonetically rich American English sentences which do not contain numbers. To evaluate the performance of the system we used in all cases TIDigits with additionally added noise at varying Signal-To-Noise-Ratios (SNRs).

Di. 16:05 2B

Robuste Spracherkennung

Normalization of Gender, Dialect, and Speaking Style using Probabilistic Front- Ends

U. Nallasamy^a, F. Metze^a und T. Schaaf^b

^a*Carnegie Mellon University, Pittsburgh (USA);* ^b*M*Modal Inc. (USA)*

This paper analyzes the capability of probabilistic multilayer perceptron front-ends to perform various normalizations for robust Automatic Speech Recognition. We find decision tree to be a useful tool for investigating the normalization of the feature space achieved by different front-ends: we introduce additional questions for environmental conditions into the training of the phonetic context decision tree, and count the number of splits dedicated to lexical discrimination using context,

and to these different environmental conditions. We compare the following front-ends: (1) Phonetic Features, (2) Bottle-Neck (BN) features, (2) standard stacked MFCCs with LDA. In previous work, we found the BN front-end to be even more effective in reducing the number of gender questions than VTLN, which may be part of the reason why BN front-ends can achieve significant improvements. In this work, we extend this approach to the analysis of dialect and speaking style factors on a large database of Pan-Arabic speech.

Di. 16:30 2B

Robuste Spracherkennung

Investigations into Features for Robust Classification into Broad Acoustic Categories

J. Schmalenströer, M. Bartek und R. Häb-Umbach

Universität Paderborn, Fachgebiet Nachrichtentechnik

In many applications it is desirable to classify an incoming audio stream into the broad acoustic classes speech, music, other acoustic events and stationary noise, before further processing. For example, automatic speech recognition can be improved if only those audio data are forwarded to the decoder that contain indeed speech, smart environments can benefit from such a classification to infer the user's activity and hearing aids often incorporate different processing algorithms and settings depending on the type of input signal. While humans can classify signals into the aforementioned categories usually effortlessly a classification by machine faces the problem of large intra-class variability.

We compiled a database of 12 hours length using material from the CHIL database, recordings of web radios, and own recordings. We investigated a total of 188 acoustic features and achieved for the best configuration a classification accuracy better than 95%. This was achieved by a 42-dimensional feature vector consisting of MFCCs, an autocorrelation feature and so-called track features that measure the length of "traces" of high energy in the spectrogram. We also found a 4-feature configuration with a classification rate of about 80% allowing for broad acoustic category classification with low computational effort.

Sitzung „Schwingungstechnik“

Di. 17:20 2B

Schwingungstechnik

Simulation von Shakerversuchen an flüssigkeitsgefüllten Tanksystemen

M. Luegmair und M. Trost

ISKO engineers AG

Tanksysteme in Kraftfahrzeugen sind meist aus Kunststoffen gefertigt und müssen schwingungstechnische Anforderungen erfüllen. Diese werden entsprechend Lastenheft in einem Shakerversuch mittels Rauschanregung überprüft. Durch FE-Simulation lässt sich der Shakerversuch im Frequenzbereich berechnen. Mit der Flüssigkeit muss ein Tank ein Vielfaches seines Eigengewichtes aufnehmen. Das verschiebt

seine Resonanzen (Eigenfrequenzen) deutlich hin zu niedrigeren Frequenzen. Eine Berechnung des Tanks ohne Berücksichtigung des Flüssigkeitsinhalts liefert daher falsche Ergebnisse. Für die Berücksichtigung des Flüssigkeitseinfluss auf das dynamische Verhalten des Tanks stehen in der FEM verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung: 1) Berücksichtigung des Masseneffektes durch verschmierte Massen auf der Oberfläche 2) Abbildung der Flüssigkeit mit Fluidelementen 3) Abbildung der Flüssigkeitsfüllung mittels virtueller Masse. Die Eigenfrequenzen der Flüssigkeit im Tank liegen in einem deutlich höheren Frequenzbereich als relevante Strukturresonanzen und Anregung. Dies ist der Gültigkeitsbereich der virtuellen Masse, welche deshalb von den drei Methoden die besten Ergebnisse liefert. Die Resonanzen des Tanks werden direkt berechnet, die modale Basis ist geeignet für die Extraktion eines Superelementes und für die weitere Verwendung in einer Shakerberechnung. Als Ergebnisse lassen sich in einer Shakersimulation RMS- und PSD-Werte der Schwingungsamplituden und Vergleichsspannungen auswerten. Die berechneten Spannungswerte lassen sich mit Materialkennwerten vergleichen, Konstruktionsvarianten können schnell bewertet und die Zahl der Versuche reduziert werden.

Di. 17:45 2B

Schwingungstechnik

Automatisierter Biegeresonanzprüfstand zur Bestimmung frequenz- und richtungsabhängiger dynamischer Steifigkeits- und Dämpfungskennwerte als Basis für vibroakustische Simulationen

M. Gude, W. Hufenbach, M. Dannemann, S. Friebe und M. Pohl

TU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

Die vibroakustische Auslegung großflächiger Leichtbaustrukturen erfordert die Verfügbarkeit werkstoff- und belastungsgerechter Kennwertfunktionen. Da bei derartigen Strukturen Biegeschwingungen von hohem Interesse sind, bietet sich der Biegeresonanzversuch zur simultanen Bestimmung von Steifigkeits- und Dämpfungskennwerten an. Die Ermittlung der richtungsabhängigen Steifigkeiten und Dämpfungen etwa bei Faserverbundwerkstoffen erfordert die Untersuchung mehrerer Probekörper mit unterschiedlichen Faserwinkeln. Der für spätere numerische vibroakustische Analysen notwendige Kennwertsatz wird dann mit Hilfe der Polartransformation in Verbindung mit der Methode der kleinsten Fehlerquadrate ermittelt. Die Biegeresonanztechnik erlaubt eine Einstellung der zu messenden Frequenz über die freie Biegelänge des Prüfkörpers. Allerdings wurden die Kennwertsätze von Faserverbundwerkstoffen bisher aufgrund des damit verbundenen Messaufwandes meist nur bei einer oder nur wenigen Frequenzen bestimmt. Für die vollständige Bestimmung des Kennwertsatzes werden mindestens 75 Einzelmessungen benötigt (fünf Faserrichtungen, je fünf Prüfkörper, je drei Messungen). Diese Anzahl an Messungen muss dann für jede Frequenz wiederholt werden und führt somit zu einem schnellen Anstieg von Messzeit und aufwand. Mit dem neuen, weitgehend automatisierten Prüfstand ist die Messung der Frequenz- und Richtungsabhängigkeit der

dynamischen Materialkennwerte von Faserverbundwerkstoffen im Biegeresonanzverfahren mit signifikant verringertem Aufwand möglich. Exemplarisch wurden die Kennwertfunktionen für einen im Rahmen des SFB 639 entwickelten textilverstärkten Thermoplastwerkstoff bestimmt und für die vibroakustische Auslegung einer Schalenstruktur genutzt.

Di. 18:10 2B

Schwingungstechnik

Active Vibration Control of Piezoelectric Structures

N. Durrani und T. Nestorovic

Mechanik adaptiver Systeme, Ruhr-Universität Bochum

Mechanical lightweight structures, used in engineering applications, often tend to unwanted vibrations, which may result in disturbing sound radiation or even damage of components. Passive methods for increasing the structural damping are often inadequate, because they always include the use of additional mass in the form of damping materials, additional stiffening or mass dampers.

The concept of active vibration control has become a useful approach in the recent years, due to improvement of the vibration susceptibility of lightweight structures with the least possible increase in mass. For the active vibration control, supporting mechanical structure is supplied with sensors and actuators operated by a controller. High integration of the structural system with active materials (actuators/sensors) and control is regarded as a smart structure due to its ability to adapt to environment changes. The technology of smart materials and structures, especially piezoelectric smart structures, has become mature over the last decade. One promising application of piezoelectric smart structures is the control and suppression of unwanted structural vibrations.

An overall approach to active control of piezoelectric structures will be presented by an example of a smart cantilever beam, which involves subsequent steps of model identification, control design, simulation, experimental verification and implementation.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Schwingungstechnik (Poster)

Akustische Strahlungskräfte bei Festkörperwellen (II)

O. Bschorr

Aeroakustik, München

In der Vorgängerarbeit [DAGA-2010] wurden die Strahlungskräfte von Longitudinal- und Transversalwellen abgeleitet. Diese Untersuchung wird hier mit den gleichen Annahmen, insb. dem Cosserat-Modell, auf die Deviationswelle erweitert. Während die Longitudinalwelle durch die skalare Divergenz, die Transversalwelle durch den Rotationsvektor so ist die Deviationswelle durch den spurlosen, symmetrischen 3x3-Tensor gekennzeichnet. Auch für die Deviationswelle können die Strahlungskräfte auf ein Tensorpotential zurückgeführt werden. Zwischen den 3 Wellenarten besteht Orthogonalität.

Dienstag (bis Mi. 12:00)

Schwingungstechnik (Poster)

Modellierung der multimodalen Wellenausbreitung in Ultraschall-Clamp-On-SystemenU. Hempel^a, S. Wöckel^a und J. Auge^b^a *ifak e.V. Magdeburg*; ^b *Hochschule Magdeburg-Stendal*

Ultraschallsensorsysteme in "Clamp-on"-Technik sind wegen ihrer einfachen Anwendbarkeit und nicht medien-berührenden Arbeitsweise ein häufig angewandtes Verfahren zur industriellen Prozessüberwachung. Obwohl die gesamte Information über das Messmedium in den transmittierten/ reflektierten Wellen liegt, ist die Messung mit Ultraschallwellen ein indirektes Verfahren, das unter Querempfindlichkeiten gegenüber verschiedenen physikalischen Phänomenen leidet. So treten etwa durch Mehrfachreflexionen oder sekundäre Ausbreitungswege über die Rohrwand unerwünschte (Stör)-Signale auf, die die gesuchten Signalinformationen überlagern und die genaue Erfassung der eigentlichen Messgröße erheblich erschweren. Durch empirische Nutzsignal-Kalibrierungen im Rahmen der Installationsarbeiten gelingt die Trennung von Störgrößen und Nutzsignal nur bedingt. Die Steigerung von Performance und Zuverlässigkeit der Clamp-On-Messsysteme im Vorfeld der Installation/ Messung erfordert die genaue Kenntnis über Schallwelleneigenschaften und Effekte der Modenkonzersion sowie eine aufwändige Signalanalyse. Im Beitrag werden daher Phänomene der multimodalen Schallausbreitung in (mit flüssigen Mehrphasensystemen gefüllten) Rohren diskutiert. Erste Abschätzungen zu erwarteten Ausbreitungspfaden, Schall-Laufzeiten und Mehrfachreflexionen werden auf Basis der Mason-Theorie durchgeführt. Mit dieser linearen Modellierung ist es möglich, Zeitfenster im aufgezeichneten Messsignal zu identifizieren, in denen keine signifikanten Störeffekte (Mehrfachreflexion, dispersive Schallausbreitung) auftreten. Es werden weiterhin Untersuchungsergebnisse von FEM-Analysen und experimentellen Studien vorgestellt, die dazu beitragen, auch den Einfluss von Modenkonzersionseffekten auf das Messsignal abzuschätzen.

Sitzung „Zerstörungsfreie Materialprüfung“

Di. 14:00 2C

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Charakterisierung der Wandler für Luftultraschallprüfung aus zellulärem Polypropylen-FerroelektretM. Gaal^a, J. Döring^a, J. Bartusch^a, V. Bovtun^b, G. Brekow^a und M. Kreutzbruck^a^a*Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin*; ^b*Dept. of Dielectrics, Institute of Physics ASCR, Prague (CZ)*

Geladenes zelluläres Polypropylen (zPP) eignet sich mit seiner außergewöhnlich niedrigen akustischen Impedanz und piezoelektrischen Eigenschaften für die Herstellung von Luftultraschallwandlern für zerstörungsfreie Prüfung. In diesem Beitrag werden die besonderen Eigenschaften dieser Wandler dargestellt. Mittels dielektrischer Spektroskopie werden die Resonanzfrequenz, der Kopplungsfaktor, die dielektrischen und mechanischen Verluste und die akustische Impedanz ermittelt. Die Messungen in der Impuls-Echo-Technik ergeben die Signalform dieses Wandlers und dadurch auch sein Spektrum. In diesem Beitrag werden frei schwingende und rückseitig schallhart abgeschlossene Folien verglichen. Der schallharte Abschluss der Folien erweist sich aus mehreren Gründen als vorteilhaft: Die akustische Reflexion vom Inneren des Gehäuses wird ausgeschlossen, die Welligkeit der Folie wird behoben, der erzeugte Schalldruck und dadurch auch das empfangene Signal wird um ca. 6dB höher und die Mittenfrequenz wird auf 250 kHz halbiert. Weiterhin wird über die Streuung der Empfindlichkeit verschiedener Folien des gleichen Herstellers berichtet. Anschließend wird der zPP-Wandler mit marktüblichen piezokeramischen Wandlern mit Anpassschichten verglichen. Bei der Durchschallung einer 3mm dicken Aluminiumplatte wurde mit den zPP-Wandlern ein um 12dB höherer Signal-Rausch-Abstand erreicht. Diese Ergebnisse belegen die Eignung des geladenen zPP für den Bau von Wandlern für die Luftultraschallprüfung.

Di. 14:25 2C

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Erzeugung von Luftultraschall mit mikro- und nanostrukturierten Kohlenstoffmaterialien unter Ausnutzung des thermoakustischen PrinzipsA. Harrer, J. Prager, M. Kreutzbruck, M. Guderian und A. Meyer-Plath
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

In diesem Beitrag wird ein neuartiger Ansatz zur Erzeugung von Luftultraschall vorgestellt, der auf dem thermoakustischen Prinzip beruht. Mikro- und nanostrukturierte Kohlenstoffmaterialien werden dabei mit einem harmonischen Wechselstrom gespeist und erfahren durch ohmsche Verluste eine Temperaturänderung, die sich auf das umgebende Fluid überträgt. Daraus resultieren Druckmodulationen, und es wird eine ausbreitungsfähige Schallwelle erzeugt. Dabei tritt Frequenzverdopplung gegenüber der Anregungsfrequenz auf. Es konnte gezeigt werden,

dass der entscheidende Parameter für die Effizienz der Methode, d.h. für ein möglichst großes Verhältnis von Schalldruck zu eingebrachter Leistung, die Wärmekapazität pro Flächeneinheit ist. Da dieser Quotient für Kohlenstoffmaterialien sehr klein sein kann, erlaubt das thermoakustische Prinzip hier die effiziente Erzeugung von Luftultraschall. Schalldruckmessungen an verschiedenen Materialproben wurden bis 100 kHz mit einem Mikrofon durchgeführt, oberhalb von 100 kHz wurde eine Laservibrometrische Schnellmessung eingesetzt. In experimentellen Untersuchungen wurde die Schallerzeugung in Abhängigkeit der Materialeigenschaften analysiert und systematisiert. Die experimentellen Ergebnisse wurden mit numerischen und analytischen Berechnungsergebnissen verglichen.

Di. 14:50 2C

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Interaktion von Lambwellen-Moden mit unterschiedlichen Defekten in Plattenstrukturen

H. Gravenkamp und J. Prager

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

Um Lambwellen in der zerstörungsfreien Materialprüfung von Plattenstrukturen effizient zur Anwendung zu bringen, ist ein umfassendes Verständnis der Interaktion der verschiedenen ausbreitungsfähigen Moden mit den zu detektierenden Defekten notwendig. Bei der praktischen Umsetzung bereiten die mit steigender Frequenz zunehmende Anzahl an Lamb-Moden und deren stark dispersives Verhalten noch immer Schwierigkeiten. Daher wurde ein Verfahren zur selektiven Modenanregung mit Hilfe von linearen Gruppenstrahlerprüfköpfen aus Ultraschallwandlern entwickelt. Mit diesem ist es möglich, einzelne Moden gezielt anzuregen und deren Reflexion, Transmission und Modenumwandlung an Defekten zu vergleichen. Es wurden Messungen an dünnen Stahlplatten mit unterschiedlichen Fehlertypen durchgeführt. Weiterhin wurde ein Simulationstool, basierend auf der Randlementemethode, entwickelt, um die von verschiedenen Defekten reflektierten Signale numerisch zu berechnen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung der Frequenz- und Modenabhängigkeit der Wechselwirkungen. Die Ergebnisse der Simulationen und Messungen wurden verglichen. Sie zeigen die Anwendbarkeit der Methode zur Identifikation von Defekten durch sukzessive Verwendung mehrerer Lambwellen-Moden.

Di. 15:15 2C

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Bestimmung der akustischen Oberflächenimpedanz mit Ultraschall

S. Kümritz

TU Dresden

Mit passiven Materialien lässt sich das Leistungsverhalten von Ultraschallwandlern deutlich beeinflussen. Dazu werden, unter anderem, sogenannte Dämpfungskörper zur Erhöhung der Breitbandigkeit der Übertragungsfunktion verwendet. Für eine optimale Bedämpfung des Piezoelementes sollte die akustische Impedanz der Dämpfungskörper im

Bereich der des Piezos liegen. Es wurden verschiedene Dämpfungskörper bestehend aus einem Epoxydharz gefüllt mit unterschiedlichen Volumenkonzentrationen von Wolframpartikeln zum Erzielen unterschiedlicher akustischer Impedanzen hergestellt. Diese waren zu charakterisieren. Aufgrund der hohen Dämpfung in den hergestellten Proben, konnte eine einfache Bestimmung der Impedanz durch die Messung der Schallgeschwindigkeit mit einem Impuls-Echo-Verfahren nicht erfolgen. Dies führte zu der Entwicklung einer Vergleichsmessung zur direkten Bestimmung der akustischen Impedanz an der Oberfläche der Probe. Zur Bestimmung der Impedanzen wurden die an der zu untersuchenden Probe und einer Referenzprobe reflektierten Schalldruckamplituden im Frequenzbereich ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die ermittelte akustische Impedanz frequenzabhängig ist. Diese Frequenzabhängigkeit soll in diesem Beitrag diskutiert werden.

Di. 15:40 2C

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Akustische Mustererkennung

C. Tschöpe^a, M. Wolff^b und R. Hoffmann^b

^aFraunhofer IZFP-D, Dresden; ^bTU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Die Untersuchung und Interpretation akustischer Signale ist ein Problem, das in vielen Anwendungen anfällt. Auch wenn die Aufgabenstellungen unterschiedlich sind, können sie in ihrem Kerngedanken zusammengefasst werden: Es wird gewünscht, aus bekannten Objekten Klassen zu bilden und unbekannte Objekte den bestehenden Klassen zuzuordnen. Wir gehen davon aus, dass den akustischen Signalen eine Struktur unterliegt. Diese Struktur enthält räumliche und zeitliche Informationen in Form sogenannter akustischer Ereignisse. Das bedeutet, dass einerseits das Ereignis selbst, andererseits auch die Ereignisfolge von Bedeutung ist. Vergleichbar ist diese Betrachtungsweise mit einer Partitur, wo die Noten an sich, aber auch die Notenfolge die Musik charakterisieren. Wenn es gelingt, die Signalstruktur (automatisch) zu erkennen, ist eine (automatische) Interpretation möglich. Dieser Prozess der Entscheidungsfindung wird mit Folgenklassifikatoren (u. a. mit Hidden-Markov-Modellen - HMM) durchgeführt. Wir möchten in unserem Beitrag das Verfahren erläutern und mit Hilfe zahlreicher Beispiele die breite Anwendungspalette veranschaulichen.

Di. 16:05 2C

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Visualisierung der Schallausbreitung in Festkörpern mit Elektrodynamischen Sonden

U. Völz

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

In der jüngeren Vergangenheit wurden verschiedene Verfahren vorgestellt, um Schallfeldverläufe in Festkörpern messtechnisch zu erfassen

und in anschaulicher Form darzustellen. In diesem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das sich durch seine einfache Handhabung und einen hohen Signal-Rausch-Abstand auszeichnet. Es ermöglicht das streifenförmige Schallfeld an der Oberfläche von Festkörpern mit einer elektrodynamischen Sonde sichtbar zu machen.

Die Teilchenverschiebung an der Oberfläche des Prüfgegenstandes kann als Amplituden-Zeit-Funktion an jeder Sondenposition aufgezeichnet werden. Die gezielte Anpassung der Spulenausrichtung der elektrodynamischen Sonde erlaubt die Messung der Verschiebungskomponenten in allen drei Raumdimensionen. Die horizontale und vertikale Teilchenverschiebung, bezogen zur Oberfläche, kann erfasst werden.

An mehreren Beispielen wird gezeigt, dass die eingesetzte Methode zur Messung und Visualisierung von Schallfeldverläufen an der Oberfläche von Festkörpern mit elektrodynamischen Sonden mit wenig Aufwand sehr anschauliche Darstellungen von Ultraschallfeldern ermöglicht. Ziel dieser Entwicklung ist es die Schallausbreitung in Festkörpern, insbesondere mit akustisch anisotropen Eigenschaften, besser zu verstehen, die vorhandenen Modellvorstellungen zu verifizieren und die Prüfmethoden zu optimieren bzw. weiterzuentwickeln.

Sitzung „Hydroakustik/Unterwasserakustik 1“

Di. 16:55 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 1

A new and simple Blind Channel CSI Cancellation Calculus

I. Nissen

FWG - Kiel

Insbesondere bei Unterwasseranwendungen im Küstenvorfeld (littoral waters) erfahren Sendesignale durch den ausgeprägten und schnell variierenden Mehrwegeeinfluß Überlagerungen mit verschiedensten durch Bodenreflexionen unvorhersehbaren Phasendrehungen, die gerade bei kohärenter Unterwasserkommunikation im Empfänger durch Kanalschätzmethoden derzeit nur unzureichend beseitigt werden können.

Der als störend empfundene aber energetisch betrachtet positive Mehrwegeeinfluß wird konventionell durch dem Empfänger bekannte Pilotentöne vermessen und durch Interpolationsstrategien abgemildert. Aufwendige dem Kanalverhalten angepasste Pilotmuster (pilot pattern) findet man hierzu in der Literatur. Blinde nichtlineare Strategien, z.B. mittels Prony-Ansatz, kommen ohne zusätzlich benötigte Systembandbreite aus, können aber nur wenigste diskrete Echos kompensieren.

Im Vortrag wird ein einfacher linearer und neuer Zugang zur blinden und kompletten Eliminierung des Mehrwegeeinflusses vorgestellt, der für alle phasenmodulierten aber amplitudentreuen Signale auch im SONAR anwendbar ist. Die Herleitung wird dabei anhand von Mehrträgersignalen (z.B. μ PSK-Mapping OFDM) vorgeführt und die Wirksamkeit des Kalkulus durch Seemessungen untermauert.

Di. 17:20 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 1

Kanalcodierungsstrategien für die robuste UnterwasserkommunikationC. Schröder^a, I. Nissen^b und P.A. Höher^a^a *Universität Kiel*; ^b *FWG - Kiel*

Der akustische Unterwasserkanal stellt zur Datenübertragung nur eine sehr geringe Bandbreite zur Verfügung. Um auf diesem stark zeitvarianten und gestörten Kanal Daten sicher zu übertragen, ist eine Kanalcodierung unerlässlich, um Übertragungsfehler zu erkennen oder zu korrigieren. Gerade in akustischen Unterwassernetzwerken mit zeitbasiertem Mehrfachzugriff kommt nun zur Kollisionsvermeidung die Forderung von sehr kurzen Aussendungen hinzu, die eine hohe Effizienz der zugrundegelegten Übertragungsverfahren voraussetzt.

Im vorliegenden Beitrag wird in die Problematik der Datenübertragung unter Wasser eingeführt, und es werden verschiedene Kanalcodierverfahren hierfür diskutiert. Dazu werden Kanalcodes benötigt, die im Bereich hoher Fehlerraten (und damit im niedrigen SNR-Bereich) und bei einer kurzen Informationssequenzen (weniger als 200 Infobits) ein gutes Fehlerverhalten erreichen. Der asymptotische Codiergewinn ist daher bei dieser Betrachtung nicht das maßgebliche Kriterium für die Beurteilung des Kanalcodes. In Frage kommen dazu z. B. klassische Standard-Faltungscodes sowie verkettete Codes, die dann ihre Stärken entfalten.

Di. 17:45 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 1

Detektion und Tracking von TauchernD. Stiller*FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde*

Die Einheiten der Marine sind im Rahmen von Einsätzen in Häfen und auf Reede einer zunehmenden asymmetrischen Bedrohung ausgesetzt. Für die Detektion im Unterwasserbereich bieten sich insbesondere akustische Verfahren an. Untersuchungen werden mit einem aktiven hochfrequenten Experimentalsonar durchgeführt. Mit Hilfe der Signalverarbeitung wird die Falschalarmrate reduziert, während durch einen Zielverfolgungsalgorithmus Zielspuren generiert werden.

Di. 18:10 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 1

Aktive Sonardetektion mit einem selbstausrichtenden ArrayD. Küter^a und U. Heute^b^a*DSS/TF/EIT/CAU Kiel*; ^b*Digital Signal Processing and System Theory, CAU Kiel*

In einer engen Kooperation mehrerer Hochschulgruppen der CAU Kiel und Firmen des "Maritimen Clusters Kiel" wird an einer neuartigen "Piraterie- und Terror-Abwehr für Seeschiffe" (PITAS) gearbeitet. Das PITAS-Projekt hat zum Ziel, durch Früherkennung und Einleiten von Abwehrmaßnahmen Piraten- und Terrorangriffe abzuwehren. Hierfür werden vorhandene und noch zu entwickelnde Sensoren durch Sensor-Fusion zwecks Analyse und Tracking potenzieller Gefahrenquellen zusammengefasst. Im Rahmen dieses Projektes wird, basierend auf der Idee des van-Atta-Arrays, die Entwicklung eines neuen Sonar-Systems angestrebt. Hauptaufgabe dieses Sonarsystems wird die Detektion von Tauchern auf Reede und im Hafens sein sowie eine passive Detektion und Klassifikation von Motorgeräuschen. Die Funktion des van-Atta-Arrays basiert auf einer direkten Kopplung zwischen Sender und Empfänger, bei der eine Selbstausrichtung des ausgesandten Signals auf das mögliche Ziel stattfindet. Die Verwendung des van-Atta-Arrays in dem Medium Wasser bietet gegenüber der üblichen Anwendung in der Radartechnik neue Randbedingungen. Diese, sowie Ansätze in der Verarbeitung der empfangenen Signale und der darauf folgenden Aufbereitung des zu sendenden Signals, werden im Rahmen dieses Vortrages präsentiert. Der Schwerpunkt liegt hierbei in der für die Funktion essenziellen Interferenz-Effekten sowie Kohärenzbetrachtungen des Signals.

Sitzung „Virtuelle Akustik 1“

Di. 14:25 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Zeitinvarianzen durch Temperaturveränderung bei sequentiellen sphärischen Mikrofonarrays im Plane Wave Decomposition VerfahrenB. Bernschütz^a, C. Pörschmann^a, S. Spors^b und S. Weinzierl^c^a*Fachhochschule Köln - Institut für Nachrichtentechnik*; ^b*Deutsche Telekom Labs., TU Berlin*; ^c*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation*

Sequentielle Mikrofonarrays besitzen im Vergleich zu konventionellen Mikrofonarrays eine geringe Anzahl von Mikrofonen, die mechanisch an die benötigten räumlichen Abtastpunkte bewegt werden, um sequentiell Raumimpulsantworten an den verschiedenen Mikrofonpositionen zu erfassen. Sequentielle Arrays bieten den Vorteil, dass eine nahezu beliebig hohe Anzahl von frei positionierbaren Abtastpunkten in eine Messung einbezogen werden kann. Es werden dabei nur wenige (hochwertige) Mikrofone, Vorverstärker und AD-Wandler benötigt und die Kalibrierung der Audiokette ist mit vergleichbar geringem Aufwand verbunden. Mit sequentiellen Arrays sind allerdings prinzipbedingt keine

Echtzeitmessungen/-aufnahmen möglich. Bei der Verarbeitung der Arraymessdaten werden die Raumimpulsantworten allerdings so behandelt, als seien sie -wie bei einem konventionellen Array- gleichzeitig erfasst worden. Da die Messungen aber tatsächlich nicht gleichzeitig erfolgen, ist mit Zeitinvarianzen des Mediums und Messraumes zu rechnen. Insbesondere kann es zu erheblichen Temperaturveränderungen über den Messzeitraum kommen. Temperaturschwankungen können z.B. durch zeitweilige Sonneneinstrahlung oder bei Ab- oder Zuschalten von Klimatechnik ausgelöst werden. Eine Veränderung der Temperatur führt eine Änderung der Schallgeschwindigkeit mit sich. Betrachtet wird der Einfluss von Zeitinvarianzen in Form von Temperaturveränderungen während einer sequentiellen Messung auf das Plane Wave Decomposition Verfahren.

Di. 14:50 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Calibration of microphone arrays with arbitrary geometries

K. Helwani, S. Spors und H. Buchner

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Microphone arrays for wave field analysis are being developed and increasingly used. Usually, the microphones used in an array are calibrated separately such that the characteristics of all microphones can be assumed to be identical. The calibrated microphones are then placed in a predefined array geometry. Most of the calibration approaches neglect the deviation of the realization of the array aperture from the ideal one, e.g., the position of the microphones in spherical array geometry could deviate from the desired one due to the finite precision of the constructing instruments. The performance of the array and its ability to build the desired beams could suffer under this deviation. We propose a system theoretical approach to calibrate microphone arrays with arbitrary geometries. The approach requires measurements of impulse responses of the microphone arrays from multiple source positions. Hence, a virtual multiple input/output system (MIMO) is set up. Our approach inverts this MIMO system. Thus, the invertibility of the system plays a central role in computing numerically stable beam filters. We show the conditions for the invertibility of the system and which considerations can be made in terms of improving the beamforming based on this approach.

Di. 15:15 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Ein Algorithmus zur Vorhersage des für transparente Auralisierung nutzbaren Dynamikbereichs rauschbehafteter Impulsantworten

F. Völk, T. Riesenweber und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Da die Impulsantworten linearer, zeitinvarianter akustischer Systeme eine einfache und zugleich vollständige Beschreibung dieser Systeme darstellen, werden sie häufig für technische Anwendungen, die eine solche Systembeschreibung erfordern, eingesetzt. Auralisierung, binaurale

Synthese oder Faltungshall seien hier als typische Anwendungen genannt. Werden die Impulsantworten durch Messung bestimmt, überlagert sich der aufgenommenen Impulsantwort selbst unter idealen Messbedingungen zumindest das inhärente Rauschen des Messsystems und -verfahrens. Unter nicht idealen Bedingungen können weitere Störanteile auftreten. In diesem Beitrag wird eine Berechnungsvorschrift entwickelt und im Detail erläutert, die es erlaubt, basierend auf bekannten Hörbarkeitsschwellen den maximal zur Auralisierung nutzbaren Dynamikbereich einer beliebigen Impulsantwort zu prognostizieren. Ein Vergleich der Modell-Prognosen mit in psychoakustischen Experimenten ermittelten Daten zeigt Abweichungen zwischen den inter-individuellen Medianen der psychoakustischen Messwerte und den entsprechenden Vorhersagen kleiner als $\pm 2\text{dB}$.

Di. 15:40 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Adaptive Beamformer Simulating a Highly Directive Microphone

C. Faller

ILLUSONIC

Conventional adaptive beamformers usually optimize signal-to-noise ratio (SNR) of their output signal, considering signal from a specific direction as desired signal and all other signals as noise. The direction of a desired source has to be precisely known (or estimated) and spectral, directional, and diffuse characteristics are arbitrarily adapted in time to reach the SNR optimization goal. A directional microphone has time-invariant such characteristics, which is crucial for achieving good sound quality. The discussed adaptive beamformer is a rapidly adaptive system with the goal to mimic the characteristics of a real directional microphone. The beamformer can be measured like a microphone, giving consistent results.

Di. 16:05 U1.46

Virtuelle Akustik 1

On the decomposition of acoustic source radiation patterns measured with surrounding spherical microphone arrays

M. Noisternig^a und F. Zotter^b*^aIRCAM-CNRS, Paris; ^bInstitut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz*

This article discusses the measurement of acoustic source radiation patterns with surrounding spherical microphone arrays in the context of acoustic holography. For practical reasons the spherical wave spectrum, the basis for spherical holography, is determined through spherical harmonic transform (SHT) of discrete observations on the sphere. The discrete SHT and its limitations are addressed, particularly with emphasis on spherical harmonic order truncation and angular sampling; the existence and kind of spherical harmonic decompositions for different fundamental angular sampling schemes are summarized and compared for

a varying number of sampling points. In conclusion, feasible array configurations for accurate acoustic holography are outlined with respect to numerical accuracy, frequency range, array radius, and acoustic source centering.

Di. 16:55 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Tangential-Intensity Algorithm for Acoustic Centering

D. Deboy und F. Zotter

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

Today, the reproduction or synthesis of musical instruments has reached an acceptable level of authenticity in terms of timbre and temporal behavior. However, common loudspeaker systems are not designed to reproduce the radiation patterns of musical instruments since they always impose their own radiation characteristics. Spherical loudspeaker arrays were developed to fulfill this task and to take the step to highly authentic reproduction including the instruments' directional information.

To obtain recordings of this information, surrounding microphone arrays have recently been constructed. They collect sound pressure signals simultaneously on various points on a sphere surrounding the instrument. These signals can be converted to spherical harmonic components for interpolation.

Spatial shifts of the instrument during recording evoke higher order components, which often cannot be reproduced on low-order playback devices. Recently, algorithms to acoustically center a decentralized instrument have been investigated. Due to their high complexity, they are currently applicable only for offline computation.

We investigate a new approach using tangential acoustic intensities. The tangential intensity can be derived from sound pressure signals and indicates decentralization. Low computational effort and easy implementation as an iterative gradient algorithm make it promising for realtime applications like "teleportation" of musical performances from one space to another.

Di. 17:20 U1.46

Virtuelle Akustik 1

The number of necessary rays in geometrically based simulations using the diffuse rain technique

S. Pelzer, D. Schröder und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

State-of-the-art geometrical acoustics simulations use hybrid algorithms combining precise calculation of early specular reflections with stochastic approaches such as ray-tracing (RT) or radiosity to calculate late diffuse sound decay. For ray-tracing the overall performance is mostly dominated by the number of rays used in the simulation. This number also influences the accuracy and reproducibility of the resulting decay curves. Finding an appropriate spatial discretization with rays or surface patches is therefore essential for the quality and performance of room

acoustic simulations. A formula for estimating the number of rays was already deducted and is well known in literature. But most modern simulation tools feature the diffuse rain technique, a radiosity derivate, allowing an effective reduction of the necessary number of rays without negatively affecting the results. In the present paper we deduce an appropriate number of rays as a function of parameters such as detector size and room volume, so that the statistical error of the energetic envelope of the impulse response remains below a certain threshold. The evaluation is carried out using Monte Carlo simulations and statistical error analysis, and former definitions of necessary ray numbers are compared to our results with and without the diffuse rain technique.

Di. 17:45 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Recording natural sound sources and implementing them in virtual acoustic scenes

F. Wefers, S. Pelzer und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The creator of a virtual scene is faced with the task to obtain audio signals for the sound sources. These can be recorded or synthesized. While synthesis instantly delivers anechoic source material, as needed for auralization, it might not sound convincing. Recordings allow capturing the 'real sound' of an object including all nuances. Unfortunately, not all real-world objects can be taken into a lab and be recorded under anechoic conditions.

In this publication we consider a method of recording natural sound sources under real-world conditions and afterwards implementing them into virtual acoustic scenarios. The objects of study are an array of water fountains and an electric sliding door. We recorded these objects on-site, using several microphone setups. For the fountains, a linear microphone array was additionally used also to capture the directivity. We present how the recorded signals can then be mapped to a suitable setup of virtual sound sources. Concerning performance, it is desirable to only use as much virtual sound sources as necessary. We present the results of listening experiments, which were carried out to determine the required minimum number of virtual sound sources for a given distance from listener to object and source width angle.

Di. 18:10 U1.46

Virtuelle Akustik 1

Reducing the temporal resolution of spatial impulse responses with an auditory model

M. Röhrbein und A. Lindau

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Software for room acoustic simulation can be used to approximate spatial impulse responses at singular listening positions in a virtual space. These impulse responses typically comprise a direct sound, early reflections and an increasingly diffuse tail of late reverberation. Singular

reflections are represented by appropriate mirror sources. Spatial sound field reproduction approaches (e.g. VBAP, Ambisonics, WFS, or NFC-HOA) can be used to render such sound field descriptions over extended listening areas. Therefore, each reflection has to be rendered as a distinct sound source. Taking into account all individual reflections would though make real-time rendering impracticable. We therefore assessed the applicability of a model of human auditory processing for reducing spatial impulse responses to the perceptually relevant components only. Our model features non-adaptive outer ear and cochlear modelling and is completed by local and global decision devices. We evaluated our approach to sound field reduction in a listening test. Dynamic binaural simulations - made from measurements of real sound sources in a large lecture hall - were directly compared to the dynamic auralization of either full-featured or reduced versions of the numerically simulated sound fields. Additionally, within reduced stimuli, strictness of the model's global decision criterion was altered.

Sitzung „Bauen in akustisch belasteten Gebieten – Lärmaktionsplanung“

Di. 14:00 U1.44

Bauen in belasteten Gebieten

Planen und Bauen in akustisch belasteten Gebieten

B. Lehming

ALD / Senatsverwaltung für Umwelt Berlin

Die Situation in deutschen Kommunen hat durch die Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie und die Verdichtung der Städte eine neue Qualität der Lärminderung wiederfahren. Es reicht nicht mehr aus, das akustische Wissen auf die klassischen Lärminderungsmaßnahmen wie z.B. Schallschutzwände oder bauliche Akustik zu beschränken, sondern die Lärmwirkungen müssen auch ordnungspolitische Maßnahmen, wie Verminderung des Lkw-Verkehrs, Tempo 30 oder die Auswirkung von Parkraumbewirtschaftung beurteilen. Dazu ist es notwendig, dass Akustiker sich stärker mit den Nachbardisziplinen Verkehrsplanung und Stadtentwicklungsplanung beschäftigen. Die Strukturierte Sitzung Planen und Bauen in akustisch belasteten Gebieten soll hierzu erste Ansatzpunkte und Erfahrungen widerspiegeln.

Di. 14:25 U1.44

Bauen in belasteten Gebieten

Umgebungslärmrichtlinie - Lärmbilanz 2010; Untersuchung der Lärmaktionspläne nach der Richtlinie 2002/49/EG

M. Hintzsche^a und E. Heinrichs^b

^aUmweltbundesamt; ^bLK Argus GmbH

Seit der Verabschiedung der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG und ihrer Umsetzung in nationales Recht wurden zahlreiche Erfahrungen mit der Lärmaktionsplanung in Deutschland gesammelt. Die Gemeinden oder die nach Landesrecht zuständigen Behörden haben in diesem Zusammenhang unterschiedliche Ansätze verfolgt, beispielsweise bei den

Zuständigkeiten für Lärmkartierung und Aktionsplanung, der Bearbeitungstiefe, der Art der geplanten Maßnahmen oder der Öffentlichkeitsbeteiligung.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen eines Ufoplan-Forschungsvorhabens eine Zwischenbilanz gezogen, die den Stand der Aktionsplanung in Deutschland darstellt und eine gezielte Weiterentwicklung des Planungsverfahrens erlaubt. Zu diesem Zweck wurden folgende Arbeiten geleistet:

- Systematisches Zusammentragen und Analyse der unterschiedlichen Rahmenbedingungen,
- Darstellung des aktuellen Standes der Lärmaktionsplanung in Deutschland,
- Analyse der vorliegenden Informationen im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Lärmkartierung.

Im Ergebnis des Vorhabens wurden Empfehlungen erarbeitet, die dazu beitragen können, die Umsetzung lärmindernder Maßnahmen aus Aktionsplänen zu forcieren und die Akzeptanz dieses Planungsverfahrens zu erhöhen.

Di. 14:50 U1.44

Bauen in belasteten Gebieten

ExWoSt-Studie 'Gute Beispiele der Lärminderungsplanung zur Stärkung integrierter Standorte'

J. Richard

Planungsbüro Richter-Richard

Die Sensibilität für Lärm unter der Bevölkerung wächst und beeinflusst immer mehr die Wohnungswahl. Wohnungsleerstände an Hauptverkehrsstraßen sind ein sichtbarer Hinweis. Ähnliche Entwicklungen lassen sich auch beim Einzelhandel beobachten: Ein Downgrading der Qualität des Geschäftsbesatzes bis hin zum dauerhaften Leerstand. Wie reagiert die Stadtplanung darauf? Die Suche nach guten Beispielen orientiert sich angesichts der herausragenden Bedeutung eines lärmindernden und -schützenden Städtebaus darauf, den erreichten Stand der Lärminderungsplanungspraxis durch gute Beispiele erfolgreicher Lärminderung im baulich straßenräumlichen Bereich im weitesten Sinne zu ergänzen. Die ExWoSt-Studie zielt darauf ab, geeignete städtebauliche Maßnahmen zur Lärminderung oder Lärmabwehr schwerpunktmäßig für integrierte innerörtliche Standorte mit einer hohen Nutzungsmischung zu finden. Einem bundesweiten Projektauftrag folgten 11 Einreichungen, weitere 16 Projekte wurden im Rahmen einer Literaturanalyse recherchiert. Es wurde aufgezeigt, welche Möglichkeiten sich je nach Ausgangssituation ergeben, trotz Lärmbelastung qualitativ hochwertige Wohnnutzungen zu ermöglichen. Angefangen von der Schließung einzelner Baulücken über die Schließung offener Wohnbaustrukturen im Bestand bis hin zum integrierten Stadtteilentwicklungskonzept, das zur Lärminderung in einem ganzen Stadtteil beiträgt.

Di. 15:15 U1.44

Bauen in belasteten Gebieten

Lärmschutz in der Bauleitplanung am Beispiel der Hamburger HafenCityB. Kögel*Lärmkontor GmbH*

In Metropolen mit begrenzten Flächenpotenzialen sind durch traditionelle in Bebauungsplänen festsetzbare Maßnahmen (wie etwa Abstandsregelungen oder Abzonierungen) vor dem Hintergrund hoher Vorbelastungen durch Gewerbelärm Situationen entstanden, die die notwendige planerische Gestaltungsfreiheit der Gemeinde immer stärker einschränken. Um hier ein Mindestmaß an planerischem Gestaltungsspielraum zu erhalten, müssen Möglichkeiten geschaffen werden, Normen des Gesundheitsschutzes - wie sie z.B. im BauGB und im BImSchG verankert sind - auf andere Art und Weise als bisher gerecht zu werden.

Im Zuge der Planungen zur Hamburger HafenCity, ein Areal, indem ehemalige Hafengebiete zu Wohngebieten entwickelt werden, wurde ein Lösungsansatz vorgestellt, der auf die Gewährleistung verträglicher Innenraumpegel anstelle von Außenpegeln abstellt.

Mit dem Referat "Lärmschutz in der Bauleitplanung am Beispiel der Hamburger HafenCity" sollen die Grundlagen und Rahmenbedingungen dieses Lösungsansatzes umrissen und Beispiele zur Umsetzung in der Praxis vorgestellt werden.

Sitzung „Internalisierung externer Verkehrslärmkosten“

Di. 16:05 U1.44

Internalisierung ext. Verkehrslärmkosten

Externe Kosten des Verkehrslärms: Ein Überblick zur Abschätzung von GesundheitsschädenK. Ohlau*Universität Stuttgart*

Zunächst gibt eine Übersicht Auskunft zu den allgemein bekannten Verfahren zur Berechnung der externen Kosten aus dem Bereich des Verkehrslärms. Hierzu werden die einzelnen Schritte anhand der sog. Wirkungspfadanalyse erklärt und mit Beispielen aus abgeschlossenen und aktuell laufenden Projekten auf diesem Gebiet veranschaulicht, wie z.B. den EU-Projekten HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) und HEIMTSA (Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment). In der abschließenden Zusammenfassung werden die Herausforderungen für die Zukunft dargestellt, sowie auf wichtige Forschungsbereiche hingewiesen, die sich aufgrund einer detaillierten Literaturrecherche und einer Expertenbefragung aus Europa, USA, Australien und Asien im Rahmen des EU-Projekts ENNAH (European Network on Noise And Health) ergeben haben.

Di. 16:30 U1.44

Internalisierung ext. Verkehrslärmkosten

Lärmabhängige Start-/Landeentgelte und Luftverkehrssteuer als Instrumente der Internalisierung externer Lärmkosten

J. Lindmaier

Umweltbundesamt

Lärmabhängige Start- und Landeentgelte sind ein seit vielen Jahren eingesetztes Steuerungsinstrument an Verkehrsflughäfen. Damit soll ein Anreiz zur umweltverträglicheren Gestaltung des Luftverkehrs geschaffen werden und Geldmittel zur Finanzierung von Lärmschutzprogrammen am jeweiligen Flughafen generiert werden.

Die Lärmdifferenzierung in den Entgeltsystemen der Flughäfen ist sehr unterschiedlich ausgestaltet und zeigt entsprechend unterschiedliche Wirkung. Durch eine Analyse der verschiedenen eingesetzten Modelle sowie weitergehenden Überlegungen lassen sich Kriterien identifizieren, wie wirkungsvolle lärmabhängige Start- und Landeentgelte ausgestaltet sein sollten. Für die Erhöhung der Anreizwirkung zum Einsatz lärmärmer Luftfahrzeuge und die lärmschutzmotivierte zeitliche Verlagerung von Flugbewegungen lassen sich als Schlüsselfaktoren v. a. nennen: Harmonisierung der Bemessungsgrundlage, tageszeitliche Differenzierung, Spreizung der Entgelte, progressive Ausgestaltung und Dynamisierung der Entgelte.

Lärmabhängige Start- und Landeentgelte geraten jedoch an ihre Grenzen, wenn sie eingesetzt werden sollen, um externer Lärmkosten umfassend zu internalisieren, um damit zur Herstellung von Wettbewerbsgleichheit zwischen den Verkehrsträgern beizutragen. Die externen Umweltkosten im Luftverkehr fallen nach aktuellen Erkenntnissen deutlich höher aus, als die meisten lärmabhängigen Entgelttarife. Diese Tarife bzw. die gesamten Entgelteinnahmen an einem Flughafen können jedoch nicht unbegrenzt erhöht werden, da diese aufkommensneutral ausgestaltet sein müssen. In diesem Zusammenhang wird dargestellt, welche Potentiale und Schwierigkeiten eine Luftverkehrssteuer als Instrument zur Internalisierung externer Lärmkosten aufweist.

Di. 16:55 U1.44

Internalisierung ext. Verkehrslärmkosten

Lärmabhängige Trassenpreise - eine Instrument zur Minderung des SchienenverkehrslärmsM. Jäcker-Cüppers^a und R. Weinandy^b^a *Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)*; ^b *Umweltbundesamt*

Lärmabhängige Trassenpreise werden aktuell als Instrument zur Minderung des Schienenverkehrslärms in Deutschland und auf europäischer Ebene intensiv diskutiert. Sie sollen vor allem die Umrüstung der Güterwagen auf alternative Bremssysteme stimulieren, die eine signifikante Verminderung der Lärmbelastungen bewirkt. Lärmabhängige Trassenpreise können aber auch zur Internalisierung der externen Lärmkosten des Schienenverkehrs genutzt werden. Für beide Zielvarianten werden die Gestaltungsoptionen vorgestellt und bewertet. Daraus resultiert ein

Vorschlag des Umweltbundesamts für eine zweistufige Einführung des Instruments, der beide Ziele miteinander kombiniert.

Di. 17:20 U1.44

Internalisierung ext. Verkehrslärmkosten

Wirkungsbezogener Schienenlärmindex Methode zur Lärmkontingentierung im Mittelrheintal?

K. Giering

Fachhochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld

In ihrem 10-Punkte-Programm "Leises Rheintal" haben sich die Umwelt- und Verkehrsminister von Rheinland-Pfalz und Hessen darauf verständigt, ein Schutzkonzept zu entwickeln, was durch "eine Kombination kurzfristiger, mittelfristiger und langfristiger Maßnahmen den Schienenverkehr im gesamten Mittelrheintal schrittweise menschen- und umweltverträglicher" gestalten soll. Im Rahmen der Umsetzung dieses Programms soll zur Begrenzung der Lärmbelastung unter Beteiligung der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen in einem Modellvorhaben ein praxistaugliches Verfahren zur Lärmkontingentierung entwickelt werden. Ein wesentlicher Schwerpunkt soll dabei auf die Entwicklung einer geeigneten Kenngröße (Lärmindex) gelegt werden, die die belästigende und störende Wirkung des Lärms auf die Gesamtbevölkerung des Mittelrheintals widerspiegelt und es gestattet, verschiedene Lärminderungsmaßnahmen, die im Zuge einer Kontingentierung eingesetzt werden können, hinsichtlich ihrer akustischen Wirksamkeit zu beschreiben. Aus dem Bereich des Fluglärms sind derartige wirkungsbezogene Indizes bereits bekannt (Züricher Fluglärmindex, Frankfurter Fluglärmindex). Auf diesen Kenntnissen aufbauend, wird ein wirkungsbezogener Schienenlärmindex vorgeschlagen, der die Belästigungsreaktion tags bzw. im Wachzustand sowie die Störung des Nachtschlafs (Zunahme von Aufwachreaktionen) widerspiegelt. Wesentliche Charakteristika des Index' werden vorgestellt; der Stand der Implementierung im Mittelrheintal wird aufgezeigt.

Sitzung „Stimme und Gesang“

Di. 14:00 U1.21

Stimme und Gesang

Neuronale Verarbeitung von Sprache und Musik bei professionellen Schauspielern und Sängern

K. Rosslau^a, S. Herholz^b, A. Knief^a, M. Ortman^b, C. Dobel^b, C. Pantev^b und A. am Zehnhoff-Dinnesen^a

^aKlinik für Phoniatrie und Pädaudiologie Münster; ^bInst. für Biomagnetismus und Biosignalanalyse, Uniklinik Münster

Bei nachweisbaren elektrophysiologischen Korrelaten für die Musik- und Sprachverarbeitung gibt es bisher wenige Untersuchungen an professionellen Schauspielern und Sängern. In der vorliegenden Studie wurden mit Hilfe der Magnetenzephalographie jeweils 15 professionelle Schauspieler und Sänger während der Beschallung mit 240 kurzen eingesungenen und eingesprochenen Fragmenten aus Liedern untersucht. Vier

Bedingungen mit semantischer bzw melodischer Sinnverletzung des letzten Wortes mussten vom Probanden als richtig oder falsch erkannt werden.

Insgesamt weisen Sänger und Schauspieler signifikante Unterschiede in der rezeptiven Verarbeitung von Sprache und Musik auf. In den Verhaltensdaten wurden semantische Fehler von den Schauspielern tendenziell besser erkannt als Tonhöhenfehler. Sänger erkannten beide Fehlerarten gleich gut. In den MEG Daten zeigten Sänger in allen Bedingungen signifikant mehr neuronale Aktivität als Schauspieler. Besonders hohe Aktivierungen konnten dabei in den Bedingungen mit einem semantischen Fehler verzeichnet werden. Die vorliegenden Ergebnisse sind Hinweise, dass eine mehrjährige Musik-/Gesangsausbildung die neuronale Verarbeitung mit umorganisierten Netzwerken beeinflusst.

Di. 14:25 U1.21

Stimme und Gesang

Konfigurationen des Vokaltraktes in Registerfunktionen professioneller Tenöre

M. Echternach^a, L. Traser^b, M. Markl^c und B. Richter^a

^aFreiburger Institut für Musikermedizin; ^bBerlin; ^cAbteilung für MRT-Physik, Universitätsklinikum Freiburg

Einleitung: In Vorstudien konnten Modifikationen in der Konfiguration des Vokaltraktes bei professionellen Tenören aufgezeigt werden, wenn diese das Modalregister über die Passaggioregion an Stelle eines Registerwechsels zum Falsett in die Tonhöhe auf dem Vokal /a/ nach oben führten. Die Frage, ob sich diese Veränderungen auch bei anderen Vokalbedingungen mit tieferen ersten Formanten nachweisen lassen, ist noch ungeklärt. Material: Zwei international bekannte, klassische Tenöre (ein lyrischer, ein dramatischer) wurden hinsichtlich Veränderungen des Vokaltraktes mit dem Real-Time-MRT untersucht. Sie wurden aufgefordert, eine aufsteigende Tonleiter über die Passaggioregion hinweg mit der Voix mixte bzw. mit Übergang in das Falsett auf den Vokalen /a, e, i, o, u, ae/ zu singen. Ergebnisse: Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass es zu deutlichen Änderungen des Vokaltraktes bei gleicher Tonhöhe zwischen dem Falsett und der Voix mixte kommt. Die Vokaltraktkonfiguration ist hierbei unterschiedlich bei den verschiedenen Vokalkonditionen. Gleichwohl zeigen sich auch systematische Änderungen (z.B. erhöhte Lippen- und Kieferöffnung) unabhängig von der Vokalkondition. Schlussfolgerung: Das Singen in hohen Tonhöhen zeigt deutliche Konfigurationsänderungen des Vokaltraktes nicht nur in Abhängigkeit des gewählten Registers, sondern auch in Abhängigkeit verschiedener Vokalkonditionen.

Di. 14:50 U1.21

Stimme und Gesang

Entwicklung eines Algorithmus für die Detektion von RegisterübergängenF. Langenbruch^a, J. Thoma^a, J. Loviscach^a, K. Neumann^b und M. Kob^c^a*FH Bielefeld*; ^b*Universität Frankfurt/M.*; ^c*Hochschule für Musik Detmold, Erich-Thienhaus-Institut*

Übergänge zwischen Stimmregistern sind sowohl gesangspädagogisch als auch stimmphysiologisch ein interessantes Thema. So ist in der Regel bei professionellen Sängerinnen und Sängern der westlichen klassischen Gesangstradition ein Registerübergang unhörbar, doch u.a. in der Wellenform wie auch im Spektrogramm erkennbar. Es stellt sich die Frage, ob es Merkmale gibt, an denen ein Registerübergang rechnerunterstützt und unabhängig vom individuellen Stimmklang und der Stimmgattung anhand einer Mikrofonaufnahme identifiziert werden kann. Eine solche Methode könnte als elektronische Hilfe in der Gesangspädagogik verwendet werden. Bei der hier vorgestellten Arbeit werden Methoden der semantischen Audioanalyse, insbesondere Feature-Extraktion und Maschinelles Lernen, angewendet. Auf Grundlage von segmentierten Aufnahmen von je fünf Vokalen von sechs Sängerinnen in drei Stimmgattungen wurden systematische Studien mit Hilfe der MIRtoolbox unter MATLAB durchgeführt. Wir berichten über die Erfolgsquote des Algorithmus und mögliche Anwendungen.

Di. 15:15 U1.21

Stimme und Gesang

Einfluss eines Singstimmseminars auf die Sing- und Sprechstimme von LehramtsstudierendenC. Eckers^a, S. Forge^b, H. Gembris^b und M. Kob^c^a*RWTH Aachen, Medizinische Fakultät*; ^b*Universität Paderborn, Institut für Begabungsforschung i.d. Musik*; ^c*Hochschule für Musik Detmold, Erich-Thienhaus-Institut*

Die präventive Wirkung von Stimmtrainingsprogrammen zur Verbesserung der Stimme wurde bereits vielfach bewiesen (vgl. Hazlett et al., 2009). Im Rahmen der Evaluation des stimmfördernden Projekts "SMS - Singen macht Sinn" soll deshalb untersucht werden, ob auch ein Seminar für die Singstimme die Sprech- und Singstimmleistungen von teilnehmenden Lehramtsstudierenden beeinflusst. In einer Längsschnittstudie im Prä-Post-Test-Design werden jeweils 30 Lehramtsstudierende der Experimental- und Kontrollgruppe untersucht. Die Stimmleistungen werden mittels einer logopädischen perceptiven Stimmbeurteilung mit einer adaptiven visuellen Analogskala, einer Selbsteinschätzung der Stimme mit dem Voice Handycap Index, einer Messung des Singstimmprofils mit der Software Phoneto und akustischen Aufnahmen angehaltener Vokale [a:] ermittelt. Bereits nach der Voruntersuchung lassen sich Leistungsgruppen voneinander unterscheiden. So zeigen 15% der Probanden Stimmauffälligkeiten im Dysphonia Severity Index. Es zeigt sich

auch, dass Probanden mit Singerfahrung über einen größeren Frequenzumfang verfügen und lautere Töne produzieren als Probanden ohne diese Erfahrung. Dies führt zu der Erwartung, dass sich der singbare Frequenz- und Dynamikumfang bei der Experimentalgruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe vergrößert. Darüber hinaus erhoffen wir bei Parametern der Stimmqualität, u.a. Shimmer, Jitter und der Harmonics-to-Noise-Ratio, mit Hilfe des Göttinger Heiserkeitsdiagramms, der Stimmsignalanalysesoftware Praat und des Dysphonia Severity Index positive Veränderungen festzustellen. Die ersten Ergebnisse der Nachuntersuchung werden auf der DAGA präsentiert.

Di. 15:40 U1.21

Stimme und Gesang

Multiple-mass simulation of the human vocal folds using elastic properties from measurements

M. Otten^a, F. Müller^b, A.-K. Rohlf^s^b, A. Gömmel^c, M. Hess^b und M. Kob^a

^aHochschule für Musik Detmold; ^bUniversitätsklinikum Hamburg-Eppendorf; ^cRWTH Aachen, LBB

The accurate simulation of the vocal fold vibration can help plan and forecast the results of phonosurgical interventions. The multiple-mass model VOX has been enhanced to integrate data from measurements of excised human larynges. The measured data showed an inhomogeneous elasticity of the vocal fold tissues. Based on three measuring points the elastic properties can be obtained in order to construct a model with three masses along the vocal fold. Nevertheless more mass elements are needed so that good spatial resolution of the vibration can be achieved. The spring rates obtained from the measurements were conditioned to disperse the resilience among more mass elements. The simulated glottal opening was checked against data collected from clinical applications like high speed glottography or phonovibrograms. The laryngeal data set was matched to the available video data regarding vocal fold length, age and gender of the subjects. The shape and the area of the glottal opening and its variation in time were compared. Pathologic cases were simulated based on data from healthy tissue and their impact on the vibration was investigated. First simulations of normal tissue coincide with clinical data. Future comparison of pre- and post-operation footage will help validating the assumptions made.

Di. 16:30 U1.21

Stimme und Gesang

Musikinstrumente für die Stimme

M.-S. Zeise^a, F. Dierschke^a und M. Kob^b

^aBauhaus-Universität Weimar; ^bHochschule für Musik Detmold, Erich-Thienhaus-Institut

Die Thematik der Arbeit umfasst den Stimmschall als Teil des menschlichen Körpers und als akustische Schwingung im Raum. In diesem Kontext wurde das Vokophon entwickelt: Ein Musikinstrument, dessen

spezifischer Aufbau eine qualitative Veränderung des Stimmschalls bewirkt. Die Kernelemente des Vokophons sind die Stimme als Klanggeber, ein Mundstück in das hinein gesungen wird und eine Anordnung von Hohlkörpern an deren Schallaustrittsflächen der Klang manuell moduliert wird. Das Frequenzspektrum der Stimme variiert in Abhängigkeit zu den Raummodi des Objektes - einige Frequenzanteile werden aus dem Geräuschkorpus emporgehoben, andere erfahren eine Minderung ihrer Amplitude. Die Form der Musikinstrumente richtet sich nach dem jeweiligen Klangcharakter sowie nach gestalterischen Gesichtspunkten. Neben Vokophonen die allein gespielt werden, gibt es ein Instrument in das zu zweit gesungen wird. Im Vordergrund steht das Singen als körperliche Aktivität und die Sensibilisierung des Gehörs auf feine Nuancen der Stimme. Als eine Erweiterung des Vokaltrakts bietet das Vokophon ein haptisches Modell dessen, was im Körper verborgen liegt. Im Umgang mit dem Objekt wird Wissen generiert, das auf Erfahrung beruht - intuitiv und eindringlich. Die akustischen Eigenschaften des Vokophons fließen in den Gesang ein und fördern einen anderen Umgang mit der Stimme. Ihr Anwendungsbereich beinhaltet sowohl den künstlerisch-musikalischen als auch den musiktherapeutischen Einsatz.

Di. 16:55 U1.21

Stimme und Gesang

Vokaltraktmodellierung unter Verwendung eines Pol-Nullstellen Modells

W. Kreuzer^a, P. Balazs^a und D. Marelli^b

^aInstitut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften; ^bUniversity of Newcastle

In der Literatur gibt es viele Modelle zur Schätzung der Querschnittsflächenfunktion des Vokaltrakts basierend auf Sprachsignalen. Dabei wird der Vokaltrakt durch einen Rohrmodell bestehend aus gleich langen Zylindern mit jeweils konstanten Radien modelliert. Mit Hilfe eines Allpol-Modells können die Radien für jeden dieser Zylinder direkt aus dem Sprachsignal bestimmt werden. Allpol-Modelle haben jedoch den Nachteil, dass sie z.B. Nasale schlecht repräsentieren sie im Allgemeinen nur den Oraltrakt modellieren. Um auch Einflüsse des Nasaltrakts berücksichtigen zu können, basiert unser Modell auf einem Pol-Nullstellen-Modell. Es wird angenommen, dass die Polstellen dem Oraltrakt und die Nullstellen dem Nasaltrakt zugeordnet werden können. Die Resultate der Visualisierung werden präsentiert und diskutiert.

Di. 17:20 U1.21

Stimme und Gesang

Singing Voice Vibrato

P. Sciri und A. Sontacchi

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

We present a framework for analyzing and modifying the occurrence of vibrato in a singing voice. This framework allows for numerous applications like vibrato synthesis or cancellation as desirable in a studio or post-production scenario. Beyond that, a direct user feedback for students of

classical voice is within our scope. For training purpose the quality of the vibrato can be displayed as a set of abstract parameters such as the modulation frequency or amplitude. In addition, other significant properties of a singing voice could be measured and displayed like the existence and characteristics of the singer's formant. An algorithm to extract those parameters from real-world audio signals will be presented. Based on closed phase glottal inverse filtering, the speech signal is decomposed into glottal source (GS) and the vocal tract response (VTR). By gathering information on the instantaneous frequency and accurately determining the instants of glottal closure, the algorithm can provide estimates of the GS and VTR at highest precision. This accuracy in estimation allows for high quality measuring and modulating the temporal evolution of various parameters of a singing voice on an acoustically and musically valuable basis.

Sitzung „Ich kann so nicht spielen - Akustik und Musikergesundheit“

Di. 17:45 U1.21

Akustik und Musikergesundheit

Schallpegel auf Orchesterpodien und Möglichkeiten der Schallpegelreduktion durch die Orchesteraufstellung

K.-H. Lorenz-Kierakiewitz^a, M. Lautenbach^b und M. Vercammen^b

^aPeutz Consult GmbH; ^bPeutz bv

Viele Orchestermusiker empfinden auf Konzertsaalpodien auftretende Orchesterschallpegel bekanntermaßen als belastend. Messungen der Schallpegel auf Orchesterpodien der Tonhalle Düsseldorf und des MCO5 Hilversum ergaben, dass Musiker vor Pauken Becken sowie bei den Stürzen von Piccoloflöte und Blechbläsern in Fortissimopassagen kurzzeitig sehr hohe Äquivalentschallpegel von bis zu 104 dB(A) erfahren. Zur Schallpegelabsenkung für die Musiker existieren prinzipiell mehrere Maßnahmen. Basierend auf den Messungen des Radio Filharmonisch Orkest Hilversum wurden Berechnungen, in der Tonhalle während einer Akustikprobe der Düsseldorfer Symphoniker Schallpegelmessungen an alternativen Varianten der Orchesteraufstellung und Hubpodienkonfiguration durchgeführt. Ziel war, zu untersuchen, ob durch Variationen der Orchesteraufstellung und/oder durch eine Höhenänderung der Hubpodien eine Absenkung der Schallpegel der am stärksten belasteten Musiker auf dem Podium bzw. im Saal möglich ist und wie sich dies auf die Balance im Saal und auf dem Podium auswirkt. Die Rechen- und Messergebnisse der verschiedenen Aufstellungen und in der Tonhalle eine zusätzliche Befragung der Orchestermusiker erlaubten eine Analyse der Balance und Schallpegelbelastungen in Abhängigkeit von Orchesteraufstellung und Hubpodienkonfiguration. Demnach kann die Schallpegelbelastung der den lautesten Instrumenten benachbarten Musiker durch modifizierte Orchesteraufstellungen verringert werden. In beiden Fällen konnten durch Abstandsmaximierungen zwischen den lautesten

Instrumenten und den benachbarten Musikern Reduktionen des äquivalenten Schallpegels um einige dB realisiert werden.

Di. 18:10 U1.21

Akustik und Musikergesundheit

Prospektive Studie mittels Hochtonaudiometrie: ein Vergleich zwischen Musikern unterschiedlicher Professionalisierung und Nichtmusikern

M. Schuppert^a, M. Kob^b, F. Peßler^c und M. Pilgramm^d

^a*Hochschule für Musik Detmold, Zentrum f. Musikergesundheit*; ^b*Hochschule für Musik Detmold, Erich-Thienhaus-Institut*; ^c*Landestheater Detmold*; ^d*Tinnituszentrum Detmold*

Hintergrund: Um unterschiedliche Parameter von Tönen oder Klängen zuverlässig wahrnehmen und diskriminieren zu können, ist für Berufsmusiker auch das Hören im erweiterten Hochtonbereich von beträchtlicher Relevanz. Bei routinemäßig angewandten audiologischen Messungen werden jedoch lediglich Frequenzen bis 8 kHz erfasst. Ziel der Studie ist die Feststellung der individuellen Hörfähigkeit einschließlich des Hochtonbereichs bei Musikern unterschiedlicher Professionalisierung sowie eine Evaluation der gruppenspezifischen Unterschiede. In weiteren Schritten sollen aus diesen Ergebnissen Aussagen zur Prävention schallbedingter Hörminderungen bei Musikern und zu möglichen Kompensationsmechanismen abgeleitet werden. Methodik: Bei Musikstudierenden, Orchestermusikern, Laienmusikern und altersgematchten musikalisch nicht aktiven Personen werden audiologische Messungen im Frequenzbereich zwischen 125 Hz und 16 kHz mittels eines kalibrierten Hochtonaudiometers Marke Madsen Itera II durchgeführt. Der begleitende anonymisierte Fragebogen erfasst neben allgemeinen audiologischen Parametern auch die relevanten musikerspezifischen Aspekte, u.a. die Instrumentenspezifikation, lang- und kurzfristige berufliche Schallbelastungen durch Musik im Vorfeld der Testung sowie aktuelle Stressbelastungen. Präliminäre Ergebnisse und Schlussfolgerungen insbesondere zur Kompensation und Prävention werden diskutiert sowie weitere audiologische Studienrichtungen aufgezeigt.

Fachvorträge und Poster am Mittwoch, den 23.03.2011**Sitzung „Elektroakustik 2 - Mikrofone“**

Mi. 9:20 3A

Elektroakustik 2 - Mikrofone

Virtuelle Mikrofone: Anwendung von Ultraschall zum Erfassen von AudioschallT. Merkel^a, H.-G. Lühmann^b, T. Ritter^a und J. Lühmann^b^a*Beuth Hochschule für Technik Berlin*; ^b*Lütronic Elektroakustik GmbH*

Wenn Ultraschall durch das Schallfeld einer Audioquelle geleitet wird, kommt es zu einer gegenseitigen Wechselwirkung beider Wellen. Wird der Ultraschall mit einem geeigneten Mikrofon anschließend wieder erfasst, lässt sich aus der Modulation des Ultraschalls das Audiosignal rekonstruieren. Da keine mechanische Baugruppe, wie z.B. eine Membran, mit dem Audioschall in Kontakt kommt, sondern der Ultraschallstrahl selbst die Funktionalität eines Mikrofons übernimmt, wird diese Art der Schallerfassung auch als "Virtuelles Mikrofon" bezeichnet. Die physikalischen Effekte, die zu einer Modulation des Ultraschalls führen, sind sehr klein. Auch wenn die Wirkungsweise unter Laborbedingungen nachgewiesen und untersucht werden konnte, sind für eine praktisch Anwendungen hohe technologische Herausforderungen zu lösen. Der Vortrag geht dazu auf das Erfassen des Ultraschallsignals mit einem sehr hohen Dynamikbereich unter Einhaltung eines vertretbaren Kostenrahmens ein.

Mi. 9:45 3A

Elektroakustik 2 - Mikrofone

Intelligente Steuerung eines Koinzidenzmikrofons in Mehrsprecheranwendungen

M. Riemann und M. Opitz

AKG Acoustics GmbH

Die Technologie der koinzidenten Mikrofonie wurde bislang für Aufnahmen hauptsächlich in Zusammenhang mit Ambisonics eingesetzt. Neben den bekannten Möglichkeiten, die das B-Format zur Weiterverarbeitung bietet, wird eine neue Anwendung eines planaren koinzidenten Mikrofons gezeigt. Dieses sogenannte CMT-Mikrofon besteht aus 3 unidirektionalen Mikrofonwandlern 1. Ordnung sowie einem omnidirektionalen Mikrofonwandler und misst in seiner größten Ausdehnung ca. 5cm. Trotz seiner Kleinheit kann das CMT-Mikrofon die Richtung des/der aktiven Sprecher(s) rasch erkennen. In einer Situation mit mehreren Sprechern wird die Mikrofoncharakteristik des CMT-Mikrofons auf das aktuelle Diskussionsszenario abgestimmt. Es erfolgt eine flexible Umschaltung bzw. Überblendung zwischen omnidirektionaler und unidirektionaler Charakteristik, je nachdem ob kein Sprecher, ein Sprecher oder mehrere Sprecher gerade sprechen. An Hand eines Dialogs mit 2 Sprechern wurden diese verschiedenen Szenarien betrachtet und ein

ideales CMT-Verhalten definiert. Aus verschiedenen Parametern des A-Formates erfolgt eine Schätzung des aktuellen Szenarios. Aufbauend auf dieser Schätzung kann aus dem B-Format ein möglichst ungestörtes Sprachsignal extrahiert werden. Es werden geeignete Fehlermaße vorgestellt, die folgende 2 Aspekte berücksichtigen: 1. "Richtiges" Umschalten zwischen omnidirektionaler und unidirektionaler Richtcharakteristik entsprechend dem definierten Idealverhalten 2. Korrekte Ausrichtung des unidirektionalen Mikrofons in den Situationen, in denen genau ein Sprecher aktiv ist.

Mi. 10:10 3A

Elektroakustik 2 - Mikrofone

Synthese von Mikrofon-Richtcharakteristiken

M. Domke^a, H.-P. Schade^b und P. Holstein^c

^aMicrotech Gefell GmbH; ^bTU Ilmenau, Institut für Medientechnik;

^cSonotec Ultraschallsensorik Halle GmbH

Zur Aufnahme von Schallquellen werden normalerweise Mikrofone eingesetzt, deren Richtverhalten der Form der Standard-Richtcharakteristiken wie Kugel, Breitnere, Niere, Superniere, Hyperniere oder Acht entspricht. Diese Richtcharakteristiken werden häufig mit einem möglichst frequenzunabhängigen Verlauf realisiert. Im Vortrag werden Mikrofone behandelt, bei denen mehrere Kapseln in unterschiedlichen Anordnungen mit jeweils individueller Richtcharakteristik und nachgeschalteter digitaler Signalverarbeitung eingesetzt werden. Damit ist die Erzeugung von Richtcharakteristiken möglich, deren Form über die der Standard-Richtcharakteristiken hinausgeht, und die auch applikationsspezifisch angepasst werden können. Darüber hinaus wird durch die mögliche Realisierung beliebiger frequenzabhängiger Verläufe der Richtcharakteristik auch die frequenzabhängige Beeinflussung der Räumlichkeit des aufzunehmenden Schallsignals möglich.

Sitzung „Raumakustik 1“

Mi. 14:00 3A

Raumakustik 1

Diffusität im Nachhallraum

M. Lautenbach und M. Vercammen

Peutz bv

Die allseitigen Absorptionskoeffizient wird nach ISO354 oder ASTM C423-09 in einem Nachhallraum gemessen. Nach diesen Maßstäben ist die Diffusion von einem Nachhallraum mit freihängende Reflektoren erhalten. Neben dem grundlegenden Problem, dass ein Nachhallraum mit einer hoch absorbierenden Probe nicht diffus ist, führen diese Reflektoren zu Unsicherheiten. Unsicherheiten wie im akustischem effektivem Rauminhalt und die gesamte Grenzfläche der Nachhallraum. Es ist klar, dass eine Überschätzung der tatsächlichen Rauminhalt ergeben wird in einer Überschätzung des Absorptionskoeffizienten. Dies könnte einer der Gründe sein, dass zwischen Laboratorien strukturell verschiedene Absorptionskoeffizienten gemessen werden.

Zur Verringerung der Differenz der Messergebnisse zwischen verschiedenen Laboratorien und die Überschätzung der Absorptionskoeffizienten zu reduzieren, ist die mögliche Verwendung von Diffusoren an Wände und Decke statt freihängende Reflektoren untersucht. Die folgenden Kriterien werden untersucht:

- Abweichung zwischen Mikrofon - Quelle Kombinationen
- Einfluss der Stelle der Probe
- Einfluss der grundlegenden Raumproportionen

Neben dem Vorteil der genauen Werte für Zimmergrenzen und Rauminhalt, ist gefunden das es möglich ist die Diffusion im Nachhallraum zu verbessern/vergrößern mit Diffusionsmaßnahmen an Wände und Decke statt freihängende Reflektoren.

Die Untersuchungen wurden mit Hilfe eines 1:10-Modells der Peutz Nachhallraum und dem Peutz Nachhallraum durchgeführt. Die Ergebnisse werden in diesem Artikel vorgestellt.

Mi. 14:25 3A

Raumakustik 1

Unsicherheiten bei raumakustischen Messungen - Einfluss der genauen Sender- und Empfängerposition

I. Witew und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Es ist bekannt, dass bei raumakustischen Messungen kleine Änderungen der Sender- oder Empfängerposition einen nachweislichen Einfluss auf die gemessene Raumimpulsantwort und die daraus abgeleiteten Einzahlkennwerten haben. Die Frage, wie aussagekräftig diese Änderungen sind, muss aus zwei Blickwinkeln beleuchtet werden. Zunächst muss die Validität von standardisierten Messungen (ISO 3382) im Kontext der Messunsicherheit diskutiert werden. Im zweiten Schritt spielen Wahrnehmungsschwellen eine Rolle, da sie die menschliche Fähigkeit unterschiedliche Schallfelder in Räumen gerade voneinander zu unterscheiden quantifizieren. Diese Unterschiedsschwellen stellen den Maßstab für die Bewertung der Messunsicherheit dar. In diesem Beitrag wird der erste Aspekt diskutiert, indem bereits vorgestellte Methoden der GUM Anwendung wie auch Monte Carlo Simulationen auf Messdaten umfangreicher Messstudien in verschiedenen Konzertsälen angewandt werden. Die Ergebnisse dieser Analyse stellen den Wissensstand, wie Veränderungen in der Sender- und Empfängerposition das Ergebnis raumakustischer Messungen verändern, auf eine breitere Datenbasis. Weiterhin sind die Ergebnisse von praktischem Nutzen: Sie erlauben die Bewertung wie einzelne Messungen für die Beschreibung ganzer Publikumsbereiche geeignet sind. Weiterhin ergeben sich Anhaltspunkte wie viele Messungen erforderlich sind die akustischen Eigenschaften eines Auditoriums zu erfassen.

Mi. 14:50 3A

Raumakustik 1

Einfluss der Quellenrichtcharakteristik auf die Raumimpulsantwort

T. Knüttel, I. Witew und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Richtcharakteristik eines Messlautsprechers hat großen Einfluss auf die gemessene Raumimpulsantwort und auf daraus resultierende raumakustische Einzahlkennwerte. In diesem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, welches den Einfluss der Richtwirkung des Messlautsprechers auf eine Impulsantwort erkennbar macht. Hierbei werden die geometrischen Symmetrien eines Dodekaeder Lautsprechers in einem Satz von gemessenen Raumimpulsantworten identifiziert. Es zeigt sich, dass der Einfluss der Quelle selbst in Räumen mit langen Nachhallzeiten auch noch im späten Teil der Impulsantwort deutlich erkennbar ist. Mit dem Ziel, die durch richtende Quellen verursachten Messunsicherheiten in einer Raumimpulsantwort vorhersagen zu können, ist ein Modell entwickelt worden, welches dieses Verhalten simuliert. Ausgehend von einfachen Eingangsdaten wie Raumvolumen, Nachhallzeit und Abstand Quelle-Empfänger erstellt das Modell künstliche Raumimpulsantworten. Diese Impulsantworten variieren in Abhängigkeit von einer ebenfalls gegebenen Richtcharakteristik und können somit für die Bewertung der Messunsicherheit benutzt werden.

Mi. 15:15 3A

Raumakustik 1

Einsatzmöglichkeiten dreidimensionaler Mikrofonarrays in der Raumakustik

A. Meyer, D. Döbler und J. Hambrecht

GFal e.V.

In der Normung und Praxis der Raumakustik verwendete Kenngrößen stellen meist globale Kriterien dar, nach denen die wesentlichen Charakteristika eines Raumes bereits recht gut beurteilt werden können. Darüber hinausgehend ermöglicht der Einsatz dreidimensionaler Mikrofonarrays in Verbindung mit einer Auswertung im Zeitbereich (Delay-and-Sum-Beamforming), bei Impulsanregung des Raumes detailliertere Informationen über das Auftreten einzelner Raumreflexionen und über den Einfluß von Gegenständen und Oberflächen im Raum zu gewinnen. Für das dreidimensionale Beamforming wird jedoch ein geometrisches 3D-Modell des Raumes benötigt, welches in der Praxis oft nicht zur Verfügung steht. Der Beitrag zeigt einen Lösungsansatz, der auf dem Einsatz eines 3D-Scanners zur schnellen Erfassung der Raumgeometrie beruht. Die erreichten Scanzeiten liegen im unteren Minutenbereich. Die vom Scanner erfaßte Punktwolke wird algorithmisch zu einem ausreichend dichten und homogenen Dreiecksnetz vermascht. Das errechnete Raummodell dient als Basis für das unmittelbar anschließende akustische 3D-Beamforming. Mit diesem kombinierten System können Innenräume innerhalb kurzer Zeit erfaßt und akustisch beurteilt werden. Die Vorteile, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen des Verfahrens werden

diskutiert, und es werden praktische Anwendungsbeispiele in einer realen Umgebung gezeigt.

Mi. 16:05 3A

Raumakustik 1

Zur Unsicherheit von akustischen Parametern in geometrischen Simulationsverfahren

M. Rescheleit, S. Lippert, K. Hoge und O. von Estorff

TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung

Zur akustischen Raumsimulation werden, insbesondere im hohen Frequenzbereich, häufig geometrische Verfahren verwendet, die auf einer rein energetischen Betrachtung des Schalls unter Vernachlässigung von Welleneffekten beruhen. Für die Genauigkeit der Simulationsergebnisse stellen die Materialparameter einen wichtigen Einflussfaktor dar. Einer der wichtigsten Eingangsparameter ist der Absorptionsgrad. Unter der Voraussetzung, dass ein annähernd diffuses Schallfeld vorliegt, wird für diesen meist ein über alle Einfallsrichtungen gemittelter Wert angenommen, der z.B. mit Hilfe der Sabineschen Formel aus Hallraummessungen bestimmt werden kann. Für eine Raumsituation, in der die Richtungsverteilung des einfallenden Schalls deutlich von der eines Diffusfeldes abweicht, können die gemittelten Werte jedoch zu Fehlern führen. Auch sind andere Messverfahren, etwa das Impedanzrohr, verfügbar, die kein diffuses Feld erzeugen.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit dem Vergleich von Absorptionsgraden, die aus Messungen im Hallraum sowie im Impedanzrohr ermittelt wurden. Außerdem werden Möglichkeiten zur Verbesserung des Simulationsmodells, etwa die Verwendung von Impedanzen statt Absorptionsgraden, diskutiert. Eine differenziertere Bewertung der aus Messfehlern resultierenden Ungenauigkeiten kann über die Behandlung der Simulationsparameter als unsichere Größen erreicht werden. Auf diese Weise lassen sich statt scharfer Eingangsdaten Intervalle oder stochastische Verteilungen verwenden. Das Simulationsmodell ermittelt dann anstelle eines scheinbar exakten Ergebnisses ein Intervall, innerhalb dessen das korrekte Ergebnis erwartet werden kann.

Mi. 16:30 3A

Raumakustik 1

Neue Tools für die raumakustische Simulation

W. Ahnert, S. Feistel und T. Behrens

ADA Acoustic Design Ahnert

Zur raumakustischen Simulation ist eine Datengrundlage für Absorption- und Streuverhalten verschiedenster Konstruktionen, geometrische Strukturen und Materialien erforderlich. Dabei ist der Absorptionsgrad oft aus Prüfzeugnissen oder der Standard-Literatur zu beschaffen, beim Streugrad (Scattering nach ISO 17497-1) ist dies dagegen weniger der Fall. Dazu sind Tools in Entwicklung, die hinsichtlich Funktion und Wirkungsweise die frequenzabhängige Berechnung von Absorptionsgrad

und Streugrad aber auch von komplexen Reflexionsfaktoren und Schalldämmmaßen gestattet. Auch wird über ein weiteres Tool berichtet, dass zur Modensimulation kleiner Räume bzw. bei tiefen Frequenzen die komplexe Übertragungsfunktion berechnet.

Mi. 16:55 3A

Raumakustik 1

Einfluss der Sabine'schen Näherungsformel für den Absorptionsgrad auf die Berechnung des Streugrades

M. Müller-Trapet und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die in ISO17497 beschriebene Hallraummethode zur Bestimmung des Streugrades greift auf ISO354 zur Berechnung des Absorptionsgrades zurück. Darin wird die Näherungsformel nach Sabine benutzt, in der vereinfachend der Logarithmus durch eine Gerade angenähert wird. Der Einfluss dieser Vereinfachung auf die Ergebnisse bei Absorptionsgradmessungen im Hallraum wurde bereits untersucht und als nicht signifikant bewertet. In der Berechnungsvorschrift für den Streugrad sind jedoch zwei unterschiedliche Absorptionsgrade enthalten, von denen einer sowohl im Nenner als auch im Zähler erscheint. Daher liegt hier die Vermutung nahe, dass sich schon geringe Abweichungen im Absorptionsgrad deutlich im Ergebnis des Streugrades niederschlagen können. In dieser Arbeit werden für verschiedene Messobjekte die Streugrade mit Absorptionsgrad nach Sabine oder Eyring ermittelt und der Einfluss der vereinfachten Berechnung untersucht. Für die Messungen wird hierbei ein Maßstabshallraum verwendet, um Messzeiten zu verkürzen und die Handhabung der Messobjekte zu erleichtern.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Raumakustik (Poster)

Room Impulse Response Reshaping by p-Norm Optimization based on Estimates of Room Impulse Responses

J.O. Jungmann^a, S. Goetze^b und A. Mertins^a

^aUniversität zu Lübeck; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audio-technologie, Oldenburg

Hands-free telecommunication raised several real-world problems, such as corruption of the desired signal by additive noise, acoustic echoes, and reverberation. This paper addresses the mutual impacts of the sub-systems for Acoustic Echo Cancellation (AEC) and Listening Room Compensation (LRC) based on p-norm optimization. In acoustic systems for LRC the equalizer is placed in front of the loudspeaker. An estimate of the room impulse response (RIR) is necessary for the equalizer to compensate for the influence of the RIR at the position of the reference microphone where the human user is assumed to be located. Since the RIR is identified by the acoustic echo canceller anyway, its estimate can be used to design the equalizer. The quality of dereverberation in dependence of the degree of system identification will be investigated in this contribution. Furthermore, the influence of the equalizer on the AEC is analyzed.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Raumakustik (Poster)

Interaction of visual and acoustic aspects influences the rating of rooms for music educationF. Marros^a, S. Paul^b und E.F. Vergara^b^a*Federal University of Santa Maria (Brasil.);* ^b*Lab. of Acoustical Engineering, Univ. Santa Maria (Brasil.)*

A lot of research has been done in the past into the investigation of appropriate acoustical parameters that describe the quality of concert houses, theaters, auditoriums, etc. However little is known with respect to practice/education music rooms and practical guidelines to conceive such facilities are still lacking. Research was undertaken in order to investigate the acoustical aspects of practice and education rooms that are rated appropriate and inappropriate by lecturers and students of music. For this purpose 30 students and lecturers were asked to indicate the most and less favorite practice/education rooms at Federal University of Santa Maria. In the rooms preferred most often and rejected most often measurements of acoustical parameters were performed. A first analysis of the results suggest that none of the known parameters for room acoustics, such as T60, EDT, C80, D50, BR, alone, or any combination of them, can explain why certain rooms are preferred and others not. Indeed the results suggest that the perceived acoustic quality depend on the match of reverberation time with the visually perceived volume of the room.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Raumakustik (Poster)

Akustische Planung der Wahlheimat des Oldenburgischen Staatstheaters für die Spielzeit 2010/2011C. Nocke^a, V.V. Quoc^b und G. Höfker^b^a*Akustikbüro Oldenburg;* ^b*Hochschule Bochum, Institut für Bauphysik (IBBK)*

Während der Umbauphase des Großen Hauses des Oldenburgischen Staatstheaters werden in der Spielzeit 2010/2011 eine große Anzahl von Aufführungen in der Halle 10 des ehemaligen Fliegerhorsts Oldenburg durchgeführt. Die Halle mit Abmessungen von ca. 40 m x 50 m x 11 m wurde zu diesem Zweck umgebaut. Ein Orchestergraben wurde durch die Betonplatte der Halle gegraben, eine Tribüne aufgestellt und das Raumvolumen durch das Abtrennen eines Foyers deutlich verringert.

Als Ziel der raumakustischen Planung wurde in enger Abstimmung mit dem Theater eine bestmögliche Eignung für musikalische Darbietungen angestrebt. Die Planung erfolgte zum einen anhand eines dreidimensionalen Raummodells und wurde zum anderen durch Messungen während der Umbauphase begleitet. Eine Bühnenfläche von annähernd 500 m² sowie ein Orchestergraben von 140 m² Größe zeigen die Herausforderungen und Möglichkeiten, nicht nur akustischer Natur, auf.

Die Details des Planungsprozesses sowie Ergebnisse aus der Halle 10 für verschiedene Zustände (Schauspiel, Oper, Konzert) werden im Rahmen dieses Beitrags präsentiert und erläutert. Die Resonanz des Theaters wie auch des Publikums ist überaus positiv.

Sitzung „Neue ITU-Empfehlungen zur Evaluierung von Sprach-, Audio- und Videoqualität“

Mi. 8:30 3D

Neue ITU-Empfehlungen

Quality Estimation of Text-To-Speech Signals

C. Norrenbrock^a, U. Heute^a, F. Hinterleitner^b und S. Möller^b

^a*Digital Signal Processing and System Theory, CAU Kiel*; ^b*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*

This contribution addresses the search for acoustic quality correlates in synthetic speech signals. The approach consists of determining the degree of aperiodicity during voiced speech, considering the fact that natural speech always exhibits a small aperiodic component. This lack in periodicity (perturbation) results in a specific shaping of the Fourier spectrum with strong links to perceptual categories such as hoarseness, breathiness and roughness. In Text-To-Speech (TTS) systems, these noise-like modulations of the fundamental frequency and the amplitude are often ignored to some extent, thus contributing to the overall unnaturalness of the synthesized signal. In pathological voice research, numerous acoustic markers capturing voice perturbation are utilized to simplify the characterization of disordered voices. A subset of these measures is evaluated for synthetic speech samples for which formal attribute-based listening tests following ITU-T Rec. P.85 were conducted. Correlations with subjective ratings indicate a characteristic behaviour with respect to speech quality, namely the perceived naturalness. With regard to the basic periodicity parameters used in ITU-T Rec. P.563, the presented perturbation features may well be integrated into new instrumental quality predictors, suitable for synthetic speech.

Mi. 8:55 3D

Neue ITU-Empfehlungen

Comparison of Approaches for Instrumentally Predicting the Quality of Text-to-Speech Systems: Data from the Blizzard Challenge 2010

F. Hinterleitner^a, S. Möller^a, C. Norrenbrock^b und U. Heute^b

^a*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*; ^b*Digital Signal Processing and System Theory, CAU Kiel*

Text-to-Speech (TTS) systems have reached a quality level that allows them to be applied to everyday services, e.g. email readers. These new applications demand further improvements in TTS systems. To assess the resulting quality dimensions, a continuous evaluation of the system through cost-intensive as well as time-consuming listening tests is necessary. In order to support a more efficient introduction of TTS systems,

methods for instrumentally predicting the quality of synthetic speech are of great interest.

In this paper we present different approaches for instrumentally predicting the perceived quality of TTS systems. First, a Log-likelihood is determined by comparing spectral features from synthesized speech signals with features trained on natural speech. Second, distortion related parameters from the ITU-T Rec. P.563 are extracted. A subset of these parameters is combined to a quality predictor via principal component analysis and linear regression. Our approach is trained on auditorily evaluated synthetic speech data from the Blizzard Challenges 2008 and 2009 and tested on synthetic speech data from 2010. The results show that prediction of auditory quality judgments is already possible within a certain degree of accuracy. These results will be forwarded to ITU-T Study Group 12 Question 7/12 for consideration in their work.

Mi. 9:20 3D

Neue ITU-Empfehlungen

POLQA and VQuad-HD - The upcoming new ITU-T standards for objective HD voice and video quality estimations

J. Berger

SwissQual AG

ITU-T investigated in a project to find a new objective full-reference model for voice quality prediction as a successor for the P.862 'PESQ' standard. This project P.OLQA for quality predicting of today's and upcoming speech coding and processing technologies avoids weaknesses of the existing normative method and is able to cope with practically unlimited audio bandwidth of the speech signal.

The presentation gives a brief introduction into the structure of POLQA. Focus is the idea of delay-alignment and the idealization process of the speech signal before comparison the degraded with the reference signal and the psycho-acoustic model that uses a modified approach to P.862. Within the same time as the POLQA project, VQEG as an independent body organized a competition for a full-reference quality prediction model for HD-video. In a benchmark, VQuad-HD outperformed all other candidates and will now form the new ITU-T Recommendation J.VQHDTV-FR. The presentation will give a short overview about the basics of the video model too, and parallelisms and differences in the concept to POLQA are discussed.

Mi. 9:45 3D

Neue ITU-Empfehlungen

Endgeräte im E-Modell

S. Möller^a, F. Kettler^b, H.W. Gierlich^b, N. Côté^c, A. Raake^a und M. Wältermann^a

^aDeutsche Telekom Laboratories, TU-Berlin; ^bHEAD acoustics GmbH;

^cUniversité de Bretagne Occidentale

Das E-Modell in ITU-T-Empfehlung G.107 stellt ein Planungswerkzeug zur parametrischen Vorhersage der Sprachqualität schmalbandiger Telefonnetze dar. Dabei wird für die gesamte Übertragungsstrecke Mund-zu-Ohr ein Qualitätswert geschätzt, der neben den Netzwerkeinflüssen ganz erheblich von den verwendeten Endgeräten bestimmt wird. Endgeräte werden bislang aber nur in Form sogenannter Loudness Ratings berücksichtigt, welche für Handapparate definiert sind; andere Endgeräte wie Headsets oder Freisprecher mit der ihnen inhärenten Signalverarbeitung werden bislang nicht betrachtet.

In diesem Beitrag sollen erste Schritte erläutert werden, diese Endgeräte adäquat im E-Modell zu berücksichtigen. Der Fokus liegt dabei auf dem Einfluss der Störgeräuschunterdrückung. Instrumentelle Messungen zeigen, dass durch Einschluss von zwei neuen Parametern die Korrelationen von E-Modell-Vorhersagen zu instrumentellen Schätzwerten von 0.62 auf 0.78 steigen, und durch Berücksichtigung eines weiteren Parameters sogar auf 0.86 erhöht werden können. Auch werden erste Vorschläge zur Berücksichtigung der Klangverfärbung gemacht, die durch die akustischen Übertragungswege beim Freisprechen hervorgehoben werden. Die Ergebnisse sollen bei einer Überarbeitung der ITU-T-Empfehlung G.107 Berücksichtigung finden.

Mi. 10:10 3D

Neue ITU-Empfehlungen

Wideband E-Modell

A. Raake, S. Möller und M. Wältermann

Deutsche Telekom Laboratories, TU-Berlin

Aufbauend auf unseren bisherigen Arbeiten zur Modellierung der Sprachqualität von breitbandiger Telefonsprache (*wideband*, WB; 50-7000 Hz) stellen wir in diesem Beitrag ein erstes vollständiges WB E-Modell vor. Beim E-Modell handelt es sich um einen parameterbasierten Modellansatz zur Vorhersage der Sprachqualität im Rahmen der Netzwerkplanung. Bislang war ein allgemeiner Einsatz des E-Modells (ITU-T Rec. G.107) auf schmalbandige Telefonnetze beschränkt (*narrowband*, NB; 300-3400 Hz). In eigenen Vorarbeiten haben wir den Qualitätsvorteil von Breitband über Schmalband auf etwa 30% beziffern können, und damit die Qualitätsskala des E-Modells von 0-100 auf 0-129 erweitert. In den darauffolgenden Arbeiten haben wir zunächst eine WB-Version des E-Modells für die reine Hörsituation entwickelt, die den Qualitätseinfluss unterschiedlicher Beeinträchtigungsfaktoren umfasst (Raake et al., QoMEX 2010): (1) Lineare Verzerrungen aufgrund unterschiedlicher Übertragungsbandpässe oder Endgeräte, (2) NB- und

WB-Sprachkodierer, (3) VoIP Paketverluste, (4) Rauschen auf der Leitung oder im Senderraum. Auf Basis von zwei Konversationstests erweitern wir das resultierende Modell im vorliegenden Beitrag um den Einfluss von Echo und Verzögerungen, also Störungen, die sich nur in einer Konversationssituation auswirken. Das so entstehende Gesamtmodell stellt die erste Version eines weitgehend vollständigen WB-E-Modells dar. Der Beitrag beschreibt das Gesamtmodell und gibt einen Ausblick auf die zur Standardisierung noch notwendigen Schritte.

Sitzung „Sprache im Kfz“

Mi. 14:00 3D

Sprache im Kfz

SRT-basierte Bestimmung der Kommunikationsqualität im Kfz

R.-L. Fischer^a, C. Meinecke^a und J. Otten^b

^aFAU Erlangen-Nürnberg, ^bAudi AG

Bei der Beurteilung der Sprachkommunikation ist es üblich anhand von subjektiven Bewertungen, Signal-Rausch-Abstände (SNRs) abzuleiten, die dann Qualitätsstufen für Kommunikation von "schlecht" bis "ausgezeichnet" zugeordnet werden.

Die Untersuchung der Sprachverständlichkeit im Fahrzeug ergab, dass der frequenzabhängige SNR über Geschwindigkeit, Sitzposition, Wiedergabemedium der Sprache, etc. stark schwankt. Es ist daher anzunehmen, dass die Qualitätswahrnehmung bei einem festen SNR die unterschiedlichen Situationen nur unzureichend beschreibt.

Als alternativer Ansatz wird die Berechnung des situationsabhängigen Speech-Related-Threshold (SRT) durch Sprachverständlichkeitsmodelle zur Schätzung der Kommunikationsqualität vorgeschlagen. Es wird gezeigt, dass eine SRT-bezogene Formulierung von Qualitätsstufen (SRT+fester Pegeloffset für die Sprache) sowohl für junge Normalhörende als auch Personen mit alterstypischem Hörvermögen zu einer besseren Passung für verschiedene Situationen führt. Die Auswirkungen des SRT-bezogenen Ansatzes zur Bestimmung der Kommunikationsqualität werden diskutiert.

Mi. 14:25 3D

Sprache im Kfz

Speech Quality of Mobile Phones via Bluetooth Link

M. Lepage, F. Kettler und S. Kengne

HEAD acoustics GmbH

Communication via headsets and hands-free devices often use the Bluetooth connection to a mobile phone for voice transmission. Control commands (AT-commands) are defined in order to configure the Bluetooth connection and disable internal signal processing in the mobile phone like echo cancellation or noise reduction. This is especially important if such signal processing is provided by the headset or hands-free implementation in order to avoid cascaded signal processing in the terminals and additionally in the mobile phones. However, many mobile phones

do not consider the AT-commands appropriately and leave internal signal processing active. This significantly influences and often degrades speech quality of the complete system, the headset in conjunction with the mobile phone or the hands-free terminal working in conjunction with these phones. This is a very critical aspect e.g. for the auto-motive industry offering hands-free implementations using the Bluetooth link to customers' mobile phones for speech transmission. Comparison tests using a new reference Bluetooth interface were carried out on a high number of mobile phones. Typical results are discussed that clearly demonstrate the dramatic influences on speech transmission quality.

Mi. 14:50 3D

Sprache im Kfz

On Instrumental Quality Assessment of Speech Enhancement Systems in Three Independent Dimensions

H. Yu und T. Fingscheidt

TU Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik

Instrumental quality assessment of speech enhancement systems can be conducted in an intrusive manner by logging its operational influence on the noisy signal, which is the sum of the clean speech and the noise. Based on the achieved filtered clean speech signal and the filtered noise signal, the values of noise attenuation, the quality of the speech component, and the level of musical tones are of interest. In practice, the first two measures can be instrumentally specified, while noise artifacts like musical tones are commonly being subjectively evaluated. In this paper we present an instrumental measure for musical tones along with the two known measures noise attenuation and speech component quality. The musical tones measure is based on an assessment of the kurtosis ratio of the noise signal and the filtered noise signal only. The specifics and strength of our approach is that the three measures noise attenuation, speech component quality and level of musical tones can be shown to be independent. Due to this independence, the three proposed quality criteria are useful for instrumentally testing the performance of speech enhancement systems and can nicely be applied as optimization criteria for parameterization of speech enhancement algorithms in a Monte-Carlo simulation.

Mi. 15:15 3D

Sprache im Kfz

Some considerations on the replacement of artificial test signals by speech

H.W. Gierlich

HEAD acoustics GmbH

Modern terminal and network equipment in telecommunication is getting more complex. The signal processing techniques are much more advanced compared to technologies available a few years ago. Wideband and superwideband transmission introduce additional challenges on testing. Until today mostly technical signals or speech like signals are used in

telephonometry for objective testing. However, it would be very beneficial to replace artificial signals by speech in order to avoid any issues which might arise due to improper handling of artificial test signal by the signal processing technique used in the terminal or the network. When selecting appropriate speech signals different points have to be taken into account: Selection of language used, phonetic balance, good representation of typical speakers with regard to the different articulation of people, sufficient low and high frequencies to allow reliable measurements across the entire frequency range, samples short term and long term evaluations. These and a lot of other considerations are discussed. Different test signals will be introduced, their application is discussed and compared to results achieved with speech like signals. The ongoing work in ITU-T Q.6/12 will be introduced.

Mi. 15:40 3D

Sprache im Kfz

Adaptive receive side equalization for improved intelligibility in automotive hands-free systems

T. Wolff und M. Buck

Nuance Communications

The intelligibility of the received signal in automotive hands-free systems often suffers from being rendered in noisy environment. Additionally the car cabin itself may introduce an undesired filtering on the played back audio. Recently, hands-free systems with an adaptive equalizer in the receive path have been described where spectral information about the noise and echo signal, available from the sending path, is reused in the receive path. In this contribution we present a further development of this approach. We propose to adjust the equalizer such that spectral distortions due to room acoustics are widely compensated for and that a minimum spectral playback-to-local-noise-power-ratio is guaranteed. Additionally, the equalizer pronounces signal components above the telephone band that have been introduced by artificial bandwidth extension (BWE) to further improve the intelligibility while keeping BWE-artifacts masked by the local noise.

Sitzung „Sprachverarbeitung (Poster)“

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Sprachverarbeitung (Poster)

Excitation Signal Generation in a Speech Reconstruction System

P. Hannon, B. Iser und M. Krini

SVOX Deutschland GmbH

Speech reconstruction attempts to recreate regions of a speech signal that are corrupted due to a low signal-to-noise ratio (SNR) and are consequently also suppressed by the noise suppression module of a signal processing system.

The work presented here uses fixed-length frame-based processing to obtain the short-time Fourier transform (STFT) of overlapping clean speech segments. A parametric representation of each input STFT is

estimated according to the source-filter model of speech production, leading to synthetic STFTs that should accurately approximate the input signal STFTs. Transforming the synthetic STFTs to the time domain and applying the overlap-add algorithm allows for the generation of an appropriate synthetic speech signal designed to resemble the input speech. By flattening the input STFT using an estimate of the spectral envelope, a complex-valued source signal is observed, which is modeled here by distinct magnitude and phase vectors. Combinations of magnitude and phase vector generation methods (e.g., pitch-based vector quantization codebooks, harmonic-plus-noise modeling, and frequency-dependent linear phase differences) are compared. The focus here is placed on the accuracy and the inter- and intra-frame coherency of the excitation models.

Finally, results of the reconstruction methods described above are detailed and a short summary of the experiments is given.

Sitzung „Fahrzeugakustik 2 - Geräusche“

Mi. 16:30 3D

Fahrzeugakustik 2 - Geräusche

Neue Straßenverkehrsgeräusche aufgrund neuer Fahrzeugantriebskonzepte

A. Fiebig und R. Sottek

HEAD acoustics GmbH

Mit der zu erwartenden Zunahme von Hybrid- und Elektrofahrzeugen im Straßenverkehr eröffnen sich Chancen zur erheblichen Verringerung von Straßenverkehrslärm. Um sichere Prognosen hinsichtlich der Entwicklung der Lärmbelastung und Lärmbelästigung bei Erhöhung des Anteils von Hybrid- und Elektrofahrzeugen am Gesamtverkehr aufstellen zu können, müssen detaillierte Kumulativbetrachtungen angestellt werden. Hier müssen zuverlässige Abschätzungen erfolgen, wie sich der Charakter von Straßenverkehrsgeräuschen ändert und wie die Reaktionen der Betroffenen ausfallen werden. Ein Problem könnte allerdings darin bestehen, dass ein erhöhtes Unfallrisiko für Fußgänger aufgrund von sehr leisen Kraffahrzeugen zu befürchten ist. Daher wird bereits eine Einführung von akustischen Warnsignalen bei niedrigen Geschwindigkeiten zur Gewährleistung der Hörbarkeit von leisen Fahrzeugen für sehbehinderte Personen erwogen. Hier werden in einigen Ländern bereits gesetzliche Vorgaben diskutiert. Mit der Einführung von Warnsignalen würde sich das Verkehrsgeräusch massiv ändern. Im Rahmen des Europäischen Forschungsprojektes CityHush wird eine Technologie zur Verkehrsgeräuschsynthese entwickelt, die es erlaubt, beliebige Verkehrsszenarien zu erzeugen und zu auralisieren. Damit können die Auswirkungen der Elektrifizierung des Straßenverkehrs und von Warnsignalen auf das Gesamtverkehrsgeräusch detailliert abgeschätzt werden. Im Beitrag werden Messungen, Analysen und Simulationen der Außengeräusche von Hybrid- und Elektrofahrzeugen dargestellt sowie detaillierte Vergleiche zu konventionellen Antrieben vorgenommen. Darüber hinaus

soll der aktuelle Stand der Verkehrsgeräuschsynthese präsentiert werden.

Mi. 16:55 3D

Fahrzeugakustik 2 - Geräusche

'Ohrendruck' - ein unterschätztes Geräuschphänomen?

U. Letens^a und S. Roßberg^b

^aDaimler AG; ^bHEAD acoustics GmbH

Die Thematik "tieffrequenter Lärm" gewinnt in den letzten Jahren zunehmend an Aufmerksamkeit (z.B. im DEGA-FA-Hörakustik). Vor diesem Hintergrund rückt auch das Phänomen des "Ohrendrucks" in den Focus: eine unangenehme Empfindung, die sich besonders bei tieffrequenter Anregung mit hohen Schalldruckpegeln einstellt. Aufgrund der Forderung nach kraftstoffsparenden Fahrzeugantrieben wurde die Leerlaufdrehzahl bei vielen PKW-Motoren deutlich reduziert (600...700/min sind heute durchaus üblich). Zusammen mit verbrauchsoptimierten Abgasanlagen (minimierter Gegendruck) führt dies im Leerlauf und im leerlaufnahen Betriebsbereich mitunter zu hohen tieffrequenten Anregungspegeln; gelegentlich wird dabei das Auftreten von Ohrendruck bemängelt. In der Entwicklungsphase von Kraftfahrzeugen besteht die Aufgabe nun darin, die Fahrzeugkomponenten so abzustimmen, dass in keinem Betriebszustand ein Ohrendruck auftreten kann. Die Beurteilung diesbezüglich erfolgt überwiegend subjektiv; hierbei zeigt sich oftmals eine große interindividuelle Streuung. In Einzelfällen wird das Auftreten von Ohrendruck sogar fälschlicherweise angegeben, obwohl tatsächlich (nur) eine "starke Brummigkeit" empfunden wird. Eberhard Zwicker hat als einer der Wenigen in einer experimentellen Arbeit (1959 !) die "Wahrnehmungsschwelle" für das Auftreten des Ohrendrucks untersucht und quantitative Angaben hierzu veröffentlicht. Aufgrund der in der jüngeren Vergangenheit nur spärlich verfügbaren Literatur zum Ohrendruck werden Sondierungsversuche durchgeführt, die die Besonderheiten der Fahrzeugakustik berücksichtigen. Die Ergebnisse dokumentieren die für verschiedene Signalformen (Sinus, amplitudenmodulierter Sinus, Schmalbandrauschen) ermittelten Ohrendruck-Wahrnehmungsschwellen.

Mi. 17:20 3D

Fahrzeugakustik 2 - Geräusche

Sportlichkeit des Motorstartgeräusches

M.E. Altinsoy

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Sportlichkeit und Komfort gehören zur wichtigen Qualitätsdimensionen des Fahrzeuggeräusches. Obwohl Sportwagen und Luxuslimousinen Prestige, Wohlstand und Luxus symbolisieren, werden hohe Fahrleistung, Fahrspaß und ein straffes Fahrwerk besonders bei den Sportwagen betont. Sportlichkeit ist ein komplexer Begriff und abhängig von der Einstellung und der Erwartung des Betrachters. Deswegen kann Sportlichkeit eine positive, negative oder neutrale Assoziation hervorrufen. In diesem Beitrag wird zunächst die komplexe Beziehung zwischen der Sportlichkeit und der Qualität aus dem Blickwinkel der Kunden

mit dem Beispiel Motorstartgeräusch diskutiert. Motorstart ist einer der interessantesten Betriebszustände mit einem sehr charakteristischen instationären Verhalten. Während des Motorstartvorgangs können die Anlasser- (Starter), Ansaug- und Verbrennungsmotorgeräusche mit unterschiedlichen zeitlichen Verläufen gehört werden. Diese Geräusche und ihre zeitlichen Abläufe können dem Fahrer und den Insassen verschiedene Informationen über die Sportlichkeit und die Leistung, aber auch über die Hochwertigkeit oder die Angenehmheit vermitteln. Um eine Abschätzung der akustischen Anforderungen an die Sportlichkeit zu erlangen, wurde eine Befragung zur persönlichen Einstellung und Erwartungshaltung an die Sportlichkeit und an das Geräuschverhalten durchgeführt. Zusätzlich wurden die aufgenommenen und synthetisch erzeugten Geräusche bezüglich der Sportlichkeit bewertet. Die Ergebnisse stellen eine Grundlage zur Bildung einer Analogie zwischen den Signalparametern und der Sportlichkeitswahrnehmung dar.

Mi. 17:45 3D

Fahrzeugakustik 2 - Geräusche

Extraktion der zur Beurteilung der Motorrauhigkeit verwendeten Kriterien

S. Großmann^a, J. Ohlendorf^b und H. Fastl^a

^aAG Technische Akustik, MMK, TU München; ^bAudi AG

Im Vorfeld durchgeführte Hörversuche zur Beurteilung der Motorrauhigkeit wiesen bei einigen Stimuli eine hohe inter-individuelle Streuung zwischen den Probanden bei gleichzeitig intra-individueller Beurteilungsstabilität auf. Die Begrifflichkeit Motorrauhigkeit wurde innerhalb der Probanden nicht einheitlich, bzw. die zur Beurteilung der Motorrauhigkeit herangezogenen Parameter unterschiedlich gewichtet. Zur Beantwortung der Fragestellung, welche Kriterien bei der Beurteilung der Motorrauhigkeit herangezogen werden, wurde ein Workshop durchgeführt. Ziel war die Extraktion der zur Beurteilung der Motorrauhigkeit verwendeten Merkmale. Die Anforderungen an die Probanden für den Workshop waren intra-individuelle Stabilität und ein gutes Artikulationsvermögen, um die Beurteilungskriterien mit eigenen Worten innerhalb der Gruppe wiedergeben zu können. Durch inter-individuell stark streuende Probanden wurde ein hoher Informationsgewinn, aufbauend auf unterschiedlichen Beurteilungsmerkmalen und -vorgehensweisen, erzielt. Die in der Gruppe erarbeiteten Merkmale wurden in sechs verschiedene Kriterien geclustert, und ein Schema zur Beurteilung der Motorrauhigkeit abgeleitet. Die Ergebnisse des Workshops wurden durch einen späteren Hörversuch mit reduziertem Datensatz mit hoher Korrelation validiert. Neben Erläuterungen zur Durchführung des Workshops und der eingesetzten mehrdimensionalen Beurteilungsmethode wird anhand von Beispielen auf das Ergebnis eingegangen.

Sitzung „Bauakustik 3 - Messverfahren“

Mi. 9:20 3H

Bauakustik 3 - Messverfahren

Prüfstand für die schalltechnische Produktentwicklung von modularen DeckensystemenA. Niermann*Knauf AMF GmbH & Co. KG*

Modulare Deckensysteme für den Hochbau stellen ein komplexes Bauteil dar. Die hier behandelte Eigenschaft eines Deckensystems ist die Akustik, in Form von Schallabsorption und Dämmung der Deckenplatten. Bei Knauf AMF wurde ein neuartiger Prüfstand projektiert und in 2009 fertig gestellt, mit dem zur Produktentwicklung, Qualitätsüberwachung und Vorprüfung zu externen Tests an einer kleinen Prüffläche Schallabsorptionsgrad und Schalldämmung in Anlehnung an einschlägige Normen gemessen werden können. Der Prüfstand besteht aus Sende- und Empfangsraum, wobei letzterer auch als Hallraum zur Absorptionsmessung dient. Der Prüfstand kombiniert auf neuartige Weise in einer Anordnung zwei grundverschiedene Prüfmöglichkeiten: die Bestimmung der Schallabsorption im Hallraum, und die Messung der Luftschalldämmung nach dem Zweiraumverfahren, ähnlich der in einem Fensterprüfstand. Zur Prüfung beider Parameter wird nur ein Prüfaufbau benötigt, es ist kein Umbau erforderlich. Das Prüfobjekt ist relativ klein, gemessen an den normativen Vorgaben für beide mögliche Verfahren, so dass mit Einschränkungen im Frequenzbereich gemessen wird. Grundzüge der Planung werden dargelegt, die prinzipielle Konstruktion wird vorgestellt, bauakustische Eigenschaften werden gezeigt und erste Messergebnisse kritisch betrachtet.

Mi. 9:45 3H

Bauakustik 3 - Messverfahren

Investigation about Sound Absorption Coefficients of Sound Absorbing Wooden StructuresN. Korany*Alexandria University*

This paper investigates the absorption characteristics of sound absorbers in combination with wooden construction materials. The wooden structure may be with open cells. The absorption coefficient is measured using the impedance tube method. However, the effect of the size and the pattern of the open-area are examined. Moreover, the paper shows the effect of the structure thickness on the sound absorption coefficient.

Mi. 10:10 3H

Bauakustik 3 - Messverfahren

Schalltechnisches Verhalten von leichten massiven Installationswänden

A. Ruff und H.-M. Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Installationswände, an denen Sanitärinstallationen befestigt sind, haben aus schalltechnischer Sicht die wichtige Aufgabe, die Übertragung von Installationsgeräuschen möglichst gering zu halten. Da Installationsgeräusche zu den störendsten Geräuscheinwirkungen im Gebäude zählen, stellt die DIN 4109 baurechtlich eingeführte Anforderungen an Installationswände. Leichte massive Installationswände aus Gips-Wandbauplatten werden in der Baupraxis verwendet, obwohl ihre flächenbezogene Masse deutlich unter den 220 kg/m^2 , die die DIN 4109 fordert, liegt. Allerdings werden solche Wände nicht starr an den Baukörper angeschlossen, sondern durch so genannte Randstreifen entkoppelt eingebaut. In einem laufenden Forschungsvorhaben wird untersucht, inwiefern sich diese leichten Gips-Massivwände aufgrund ihrer Entkopplung dennoch als Installationswände eignen. Im Rahmen der messtechnischen Untersuchungen im Prüfstand werden verschiedene Übertragungswege bei unterschiedlichen Anregungszuständen durch Sanitärgegenstände betrachtet. Besondere Beachtung findet dabei die Körperschall-Entkopplung der Wände durch die Randstreifen. Von den Sanitärgegenständen wird durch das Empfangsplattenverfahren nach DIN EN 15657-1 die Körperschall-Leistung bestimmt. Diese dient unter anderem als Eingangsdatensatz für das Berechnungsmodell der DIN EN 12354-5. Mittels der untersuchten Übertragungssituationen im Prüfstand soll dann im Folgenden die Anwendbarkeit des Modells für Wände aus Gips-Wandbauplatten überprüft werden. Im Beitrag wird der aktuelle Stand der Untersuchungen präsentiert.

Sitzung „Bauakustik 4 - Methoden“

Mi. 14:00 3H

Bauakustik 4 - Methoden

Akustische Beschreibung eines schwimmenden Estrichs mit und ohne SchallbrückeM. Schneider^a, H.-M. Fischer^a und J. Seidel^b^a*Hochschule für Technik Stuttgart*; ^b*Knauf Gips KG*

Schwimmende Estriche sind seit vielen Jahren Standard im Geschosswohnungsbau. Sie verbessern sowohl die Tritts-, als auch die Luftschalldämmung von Wohnungstrenndecken. Immer wieder wird jedoch festgestellt, dass durch Ausführungsfehler, in der Regel Randschallbrücken oder Schallbrücken zwischen Rohdecke und Estrich, die akustische Wirkung der Estriche vermindert wird. In diesem Beitrag werden Messergebnisse vorgestellt, die an einem schwimmenden Estrich auf einer massiven Rohdecke im Deckenprüfstand ermittelt wurden. Um das akustische Verhalten des schwimmenden Estrichs möglichst umfassend

zu charakterisieren wurden unterschiedlichste Messmethoden eingesetzt. Neben der klassischen Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung sowie der Luft- und Trittschallverbesserung konnte mittels Modalanalyse das Schwingungsverhalten visualisiert und durch Körperschallmessungen der Abstrahlgrad und der Verlustfaktor bestimmt werden. Durch den Einbau einer massiven Körperschallbrücke konnte deren Einfluss auf die Luft- und Trittschalldämmung der Massivdecke mit Estrich bzw. auf die Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung durch den Estrich aufgezeigt werden. Weiterhin wird die Wirkung dieser Schallbrücke auf das Schwingungsverhalten, den Abstrahlgrad sowie auf den Verlustfaktor vorgestellt.

Mi. 14:25 3H

Bauakustik 4 - Methoden

Ermittlung von Kopplungs- und Dämpfungsverlustfaktoren eines Zwei-Komponenten-Systems mittels TSEA

M. Schmelzer

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die üblichen Systeme der angewandten Akustik bestehen aus mehreren Komponenten, die aufgrund von Kopplungen untereinander Energien austauschen. Dadurch sind die individuellen Eigenschaften der Teilsysteme in einer Messung nicht direkt zugänglich. Ein Beispiel ist die Bestimmung der Nachhallzeit eines Luftvolumens, wobei die umgebenden Wände an das Luftvolumen ankoppeln und so die Auswertung der Nachhallzeit verfälschen.

Der Energieaustausch zwischen gekoppelten Systemkomponenten kann numerisch u.a. mit der SEA modelliert werden. In transienter Form ist damit die Simulation von Ausklingvorgängen möglich. Im Vergleich mit gemessenen Ausklingkurven können so die Parameter der SEA-Modellierung identifiziert werden. Im Vortrag wird dies am Beispiel eines Zwei-Komponenten-Systems ausgeführt.

Mi. 14:50 3H

Bauakustik 4 - Methoden

Charakterisierung von Körperschallquellen - Tauglichkeit der regulären Quellgrößen zur Anwendung der Körperschallprognose in plattenförmige Strukturen

A. Vogel^a, V. Wittstock^b und O. Kornadt^a

^a*Bauhaus-Universität Weimar*; ^b*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Ein störendes Verhalten von Körperschallquellen ist nach der Installation meistens nur mit großem Aufwand zu mindern. Es ist daher von Vorteil, schon vor der Bau- oder Sanierungsmaßnahme mögliche Folgen der Körperschalleinleitung zu kennen. In der Norm DIN EN 12354-5:2009 wird das Problem der vorhersagbaren Körperschalleinleitung einer beliebigen Quelle in einen beliebigen Empfänger nur allgemein beschrieben. Bau- und Gerätecataloge für Wände sind in der Norm nicht

vorhanden, können aber für eine Prognose des eingeleiteten Körperschalls nützlich sein. Die Charakterisierung einer Quelle erfolgt dabei über die Quellimpedanz sowie die Quellstärke. Mit diesen quellenspezifischen Größen ist es möglich, die im Installationsfall von der Quelle in die Struktur eingeleitete Leistung vorherzusagen. Mit der Empfangsplattenmessmethode wurde die Quellimpedanz einer idealen Körperschallquelle - einem Shaker - mit vorwiegend eindimensionaler, senkrechter Kraftkomponente sowie einer realen Quelle - einem Lüfter - mit Schwingung in alle Raumrichtungen, bestimmt. Mehrere Empfangsplatten unterschiedlicher Biegesteife wurden dann hinsichtlich der prognostizierbaren Leistungseinleitung durch die verschiedenen Körperschallquellen untersucht und verglichen, die Ergebnisse werden vorgestellt. Des Weiteren wurden Kopplungsunterschiede zwischen punkt- und linienförmigem Kontakt Quelle-Struktur untersucht und der Verlustfaktor über die Plattenkalibrierung und Nachhallzeitmessung bestimmt.

Mi. 15:15 3H

Bauakustik 4 - Methoden

Inverse Methods for Estimating Blocked Forces of a Structure-Borne Sound Source on a Reception Plate

C. Höller und B.M. Gibbs

Acoustics Research Unit, University of Liverpool

The principal aim of a current research project at the University of Liverpool is to develop laboratory equipment and measurement procedures for the indirect measurement of operational forces (and possibly moments) between a structure-borne sound source and a 20mm aluminium reception plate. For the most common case of a high-mobility source situation, these correspond to the blocked forces (and moments). The contact forces are obtained from operational velocity responses at remote positions, using inverse methods. The transfer mobility matrix, to be inverted for the force determination, is calculated using products of beam functions and a modal summation approach. The selection of appropriate sensor locations and the condition of the mobility matrix can influence the accuracy of the inverse force determination significantly. Therefore, methods are considered to find the best possible combination of remote positions, and regularization techniques are considered to improve the accuracy of the matrix inversion. The paper will present details on these key issues as well as preliminary results.

Sitzung „Bauakustik 5 - Trittschall“

Mi. 16:05 3H

Bauakustik 5 - Trittschall

Eigenschaften des Normhammerwerks

V. Wittstock und S. Stange-Kölling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Das Trittschall-Hammerwerk findet als genormte Quelle zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden und von Deckenkonstruktionen Anwendung. Um ein physikalisches Verständnis von der akustischen Wirksamkeit verschiedener Deckenkonstruktionen zu gewinnen, ist eine realistische Modellvorstellung der Anregung erforderlich. Die gängige Betrachtungsweise ist hierbei, die fünf Hämmer des Hammerwerks, die mit jeweils 2 Hz den Boden anregen, als einen Hammer mit 10 Hz Anregungsfrequenz darzustellen. Als Anregungsspektrum ergibt sich daraus ein Linienspektrum mit 10 Hz Linienabstand. Bei Messungen an der PTB hat sich jedoch ein Linienspektrum mit 2 Hz Linienabstand gezeigt. Im Vortrag wird darauf eingegangen, welche Effekte das 2 Hz Linienspektrum verursachen, und welche Quellstärke und Quellmobilität dem Hammerwerk summarisch beigemessen werden kann.

Mi. 16:30 3H

Bauakustik 5 - Trittschall

Gehschall: Hammerwerk mit leisem Antrieb

R. Bütikofer

Empa, Dübendorf (CH)

Zur Messung des Gehschalls auf Laminaten wird der Absatz eines Schuhs durch eine frei fallende Masse von 200 Gramm nachgebildet, die mit definierter Geschwindigkeit aufprallt und danach gleich wieder aufgefangen werden muss, um ein Nachprellen zu vermeiden. Das Hammerwerk besteht aus nur einem Hammer, es soll kein grosses Gehäuse aufweisen, welches die Schallabstrahlung vom Aufschlagpunkt in den Raum behindern würde und der mechanische Antrieb soll sehr leise sein, damit die Gehschallmessung nicht durch das Eigengeräusch verfälscht wird. Es wird gezeigt, wie diese Aufgabe mit einer lose geführten Masse und einem Standardprodukt aus der industriellen Automatisierung, nämlich einem sehr leisen, elektrischen Linearmotor und zugehörigem Controller, relativ einfach und kostengünstig gelöst wurde.

Mi. 16:55 3H

Bauakustik 5 - Trittschall

Messung von Gehgeräuschen: erste Erfahrungen

W. Scholl und V. Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Bei CEN TC126 WG1 wurde ein Normentwurf zur Messung von Gehgeräuschen von Bodenbelägen im Labor erarbeitet. Das darin vorgeschlagene Verfahren lehnt sich weitest möglich an die Messung des Trittschall-Verbesserungsmaßes nach ISO 140-8 an, sodass der Gehschallpegel und das Trittschall-Verbesserungsmaß am selben Objekt mit minimalem Aufwand und mit ohnehin vorhandener Ausrüstung einschließlich Prüfstand bestimmt werden können. Um auf der Basis dieses Entwurfs einen beabsichtigten internationalen Ringversuch sinnvoll durchführen zu können, waren - vor allem hinsichtlich der Anwendung auf Laminatböden - noch einige Voruntersuchungen durchzuführen:

- Wie verhält sich das Verfahren bei verschiedenen Belagsarten, - welchen Einfluss hat die Probengröße auf das Ergebnis, - wie sind die erforderlichen Kleinstproben ("pads") zu verlegen, bzw. welchen Einfluss hat die Bodenverlegung insgesamt, - welchen Einfluss hat die obere Messfrequenz-Grenze (5 oder 10 kHz) auf den Einzahlwert, - welchen Einfluss haben unterschiedliche Hammerwerkstypen, und - wie verhält sich die Trittschall-Minderung der untersuchten Bodenbeläge?

Im Vortrag werden die Ergebnisse dieser Voruntersuchungen präsentiert.

Mi. 17:20 3H

Bauakustik 5 - Trittschall

Korrelation zwischen Geher und Norm-Hammerwerk bei der TrittschallübertragungA. Rabold^a, U. Schanda^b und J. Hessinger^a^a*ift Schallschutzzentrum, Rosenheim;* ^b*Hochschule Rosenheim*

Die Bewertung der Trittschalldämmung von Leichtbaudecken anhand der Messergebnisse, die mit dem Norm-Hammerwerk als Anregungsquelle erzielt werden, wird seit vielen Jahren kontrovers diskutiert. Hierbei konzentriert sich der Disput häufig auf die Eignung des Norm-Hammerwerks. Weitgehende Übereinstimmung herrscht hingegen darin, dass der derzeit im Nachweisverfahren verwendete bewertete Norm-Trittschallpegel zur Beurteilung der Decke ungeeignet ist. Zur richtigen Beurteilung der Trittschallübertragung einer Decke wird jedoch nicht nur das Anregungs- und das Bewertungsverfahren bei der Trittschallmessung, sondern auch das gehörrichtige Beurteilungsverfahren der realen Trittschallübertragung von gehenden Personen diskutiert. Zahlreiche Bewertungs- und Beurteilungsverfahren werden hierzu in der Literatur vorgeschlagen. Es ergibt sich somit eine Vielzahl an möglichen Beurteilungskriterien der Messung mit dem Norm-Hammerwerk und einer realen Anregung. In diesem Beitrag werden auf Basis von mehr als 350 Messdatensätzen unterschiedlicher Leichtbaudecken, die als Eingangsdaten für den Bauteilkatalog der neuen DIN 4109 gedient haben, sowie

vergleichender Trittschallmessungen beim Begehen von Leichtbaudecken die verschiedenen Bewertungskriterien hinsichtlich der Korrelation zwischen Trittschallmessung und realer Anregung verglichen. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf Forschungsergebnissen des ift Rosenheim und weiterführenden Arbeiten an der Hochschule Rosenheim.

Sitzung „Messung Fluglärm“

Mi. 8:55 2D

Messung Fluglärm

Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen - Vorstellung der neuen DIN 45643

U. Isermann^a und B. Vogelsang^b

^aDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen; ^bNiedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz

Die ursprüngliche DIN 45643 aus dem Jahre 1984 trug den Titel "Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen" und bestand aus drei Teilen. Der Ersatz für diese Normen, der auf der ISO 20906 basiert, soll hinsichtlich seines Aufbaus, der darin enthaltenen Neuerungen und der daraus resultierenden Auswirkungen vorgestellt und erläutert werden. Dabei wird besonderer Wert zum einen auf die Darstellung der Auswahl der Standorte zur Fluglärm-Überwachung und zum anderen auf die Unsicherheit der Berichtsdaten gelegt. Gleichzeitig soll aber nicht verschwiegen werden, in welchen Bereichen es auch nach mehr als 25 Jahren keine Fortschritte hinsichtlich des Standes der Technik gegeben hat bzw. wo weiterhin ein Entwicklungsbedarf besteht, wie z.B. bei der Geräuschtrennung und/oder der Fremdgeräuschkorrektur.

Mi. 9:20 2D

Messung Fluglärm

Fluglärmüberwachungs- und Handlungskonzept

B. Vogelsang^a und T. Myck^b

^aNiedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz; ^bUmweltbundesamt

Der Betrieb eines Flugplatzes erfordert eine Genehmigung nach dem Luftverkehrsgesetz (LuftVG). Nach Auslaufen der Befristung der unbeschränkten Genehmigung wurde für den Verkehrsflughafen Hannover gemäß § 6 Abs. 2 Satz 4 LuftVG die Genehmigung teilweise widerrufen. Der Teilwiderruf ist an die Voraussetzung des Ausschlusses von Gesundheitsgefährdungen durch Fluglärm gebunden. Hierfür hat die zuständige Landesluftfahrtbehörde in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Umweltministerium ein Überwachungs- und Handlungskonzept entworfen, das die Kontrolle der neuen Betriebsgenehmigung für den Nachtflugverkehr vom 1. Januar 2010 erleichtern soll. Gleichzeitig ist mittlerweile ein neuer Lärmschutzbereich nach dem Fluglärmgesetz für den Flughafen Hannover durch Rechtsverordnung vom 23. September 2010 festgesetzt worden. Implizit fordert auch das Fluglärmgesetz zu einem Überwachungskonzept auf, denn die zuständige Behörde ist

spätestens zehn Jahre nach Festsetzung des Lärmschutzbereichs verpflichtet, diesen zu überprüfen oder früher, sofern die Fluglärmbelastung sich wesentlich verändert hat. Es wird ein Überwachungs- und Handlungskonzept vorgestellt, das für beide Rechtsvorschriften verwendet werden kann und auf die Erkenntnisse der neuen DIN 45643 aufbaut.

Mi. 9:45 2D

Messung Fluglärm

Geräuschemissionen von Luftfahrzeugen - Stand und Perspektiven

T. Myck^a und B. Vogelsang^b

^aUmweltbundesamt; ^bNiedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz

Eine effektive Möglichkeit zur Minderung des Fluglärms sind Maßnahmen an der Lärmquelle, d. h. am Luftfahrzeug. In den letzten Jahren sind auf dem Gebiet des Luftfahrzeug- und Triebwerksbaus große Fortschritte erzielt worden. Hierzu zählt die Entwicklung neuer Triebwerkstechnologien (z. B. Getriebefan) ebenso wie die Verbesserung von Triebwerkskomponenten, wie beispielsweise der Verwendung von Schallabsorbern im Triebwerk oder dem Einbau der Chevron-Düse. Lärmmindernd wirkt sich auch der Trend zu immer größeren Nebenstromverhältnissen aus. Damit verbunden sind jedoch größere Triebwerksdurchmesser und somit eine Gewichtszunahme. Es werden deshalb neue Werkstoffe für Flugtriebwerke erforscht, um das Schub-Gewichtsverhältnis zu optimieren. Darüber hinaus werden bestehende Triebwerkskonzepte fortentwickelt. So wird derzeit an so genannten Propfan-Triebwerken gearbeitet, die konzeptionell bereits in den 80er Jahren entwickelt wurden. Dies sind spezielle Flugtriebwerke, bei denen die Propeller entweder in offener oder ummantelter Bauweise ausgeführt werden können. Die Propfan-Triebwerke lassen große Kraftstoffeinsparungen erwarten, sind aber im Hinblick auf ihre Lärmentwicklung problematisch. Zudem werden innovative Triebwerkskonzepte, wie das rekuperative Triebwerk mit Zwischenkühlung, verfolgt. Dieses Triebwerk soll nicht nur einen deutlich geringeren Treibstoffverbrauch ermöglichen, sondern auch geringere Lärm- und Schadstoffemissionen als konventionelle Strahltriebwerke aufweisen. In diesem Beitrag wird der gegenwärtige Stand der Geräuschemissionen von Luftfahrzeugen aufgezeigt und zukünftige Triebwerkstechnologien hinsichtlich ihres Lärminderungspotenzials analysiert.

Mi. 10:10 2D

Messung Fluglärm

Fluglärmmessung mit automatischer Geräuschklassifikation

D. Hemmer^a, D. Knauß^b und C. Pörschmann^a

^aFachhochschule Köln, Inst. für Nachrichtentechnik; ^bdeBAKOM GmbH

Eine Messung von Fluggeräuschen erfolgt in der Regel über ein längeres Zeitintervall, um unterschiedliche Betriebsbedingungen zu erfassen und eine ausreichende Datenbasis zu erhalten. Da die Messpunkte zum Teil erheblich mit Fremdgeräusch belastet sind, ergibt sich das Problem,

Fluglärmereignisse von anderen Geräuschquellen (z.B. von Straßenverkehr) zu unterscheiden. Bei langen Messzeiten ist eine manuelle Segmentierung zeitaufwendig. Deshalb bietet sich hier eine automatische Geräuschidentifikation anhand der spektralen und temporalen Eigenschaften der Ereignisse an. Es werden verschiedene Möglichkeiten der Geräuschidentifikation (Musteranalyse, Korrelationsanalyse) an einem konkreten Beispiel vorgestellt und anhand von Messungen deren Praxistauglichkeit untersucht. Dies beinhaltet die Frage, inwieweit eine korrekte Identifikation erfolgen kann, wenn Fluglärm und Fremdgeräusche (z.B. Autos) gleichzeitig am Messort auftreten. Zudem werden die Auswirkungen verschiedener Erkennungsraten bei der Geräuschidentifikation auf die Ermittlung des gesamten Beurteilungspegels von Fluglärm behandelt.

Sitzung „Lärm von Großanlagen“

Mi. 14:00 2D

Lärm von Großanlagen

Über die Messunsicherheit fremdgeräuschkorrigierter Schalldruckpegel

S. Martinez

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

In vielen aktuellen internationalen Normen und Richtlinien (z.B. Immissionsmessungen nach TA-Lärm, Windkraftanlagen, Geräuschtrennungsaufgaben bei Gewerbelärm, Emissionskennwerte von Maschinen in situ) wird gefordert, dass zur Kennzeichnung der Geräuschemissionen und -immissionen, die Angabe der Messunsicherheit der gemessenen Schalldruckpegel als eine unverzichtbare Qualitätseigenschaft des Ergebnisses gilt. Bei der Ermittlung der quellenbezogenen Schalldruckpegel werden in sehr vielen Fällen systematisch Fremdgeräusche miterfasst. Deshalb ist bei der Ermittlung der gesuchten quellenbezogenen Kenngrößen unbedingt der Einfluss des Fremdgeräuschpegels auf das Ergebnis zu berücksichtigen. Es ist festzustellen, dass bisher hierzu keine befriedigende, einheitlich anerkannte Vorgehensweise vorliegt. Meist wird in vielen normativen Festlegungen angenommen, dass bei der Ermittlung des Gesamtgeräusches und des Fremdgeräusches statistisch unabhängige Messwerte vorliegen. Dies ist in vielen Fällen nicht nur nicht zutreffend, sondern auch häufig prinzipiell nicht möglich. In diesem Beitrag wird die Problematik der Ermittlung der Messunsicherheit in Abhängigkeit von den kombinierten statistischen Schalldruckpegelverteilungen im Bereich des Quellen-, Fremd- und Gesamtgeräusches dargestellt. Grundlage hierzu sind die Ansätze nach GUM. Die Grenzen dieses linearisierten Modells sind deutlich erkennbar und sollten normativ genannt werden.

Mi. 14:25 2D

Lärm von Großanlagen

Outdoor-Richtlinie - Überblick über die Fortschreibung der Richtlinie 2000/14/EG auf europäischer EbeneC. Fabris*Umweltbundesamt*

Die europäische Richtlinie 2000/14/EG in der aktuellen Fassung reglementiert das Inverkehrbringen von 57 zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen unter den Bedingungen einer Konformitätserklärung, der Konformitätsbewertung, der Kennzeichnung des CE-Zeichens und der Einhaltung eines Geräuschgrenzwertes für einige der Geräte und Maschinen.

Im Zuge einer geplanten Novellierung der Richtlinie im Jahr 2010 wurden dem Europäischen Rat und Parlament von entsprechenden Expertengremien im Zeitraum von 2007 bis heute mehrere Berichte vorgelegt, die zeigen sollten

- welche zusätzlichen Geräte und Maschinen in die jeweiligen Artikel aufgenommen werden sollen,
 - ob bestimmte Geräte und Maschinen von Artikel 13 in Artikel 12 übernommen werden sollen,
 - ob Grenzwerte für Geräte und Maschinen in Artikel 12 unter Berücksichtigung der technologischen Entwicklung überarbeitet werden sollen.
- Die Berichte befassten sich mit den technischen Möglichkeiten dieser Fragen (NOMEVAL-Bericht), einer ökonomischen und ökologischen Folgenabschätzung (Impact Assessment) und der Anpassung an das neue rechtliche Rahmenkonzept der EU (New Legal Framework).

Diese Entwicklung wurde und wird durch die aktive Teilnahme des Umweltbundesamtes an den Expertengremien unter Gesichtspunkten des Schutzes der Umwelt vor störendem Lärm kritisch verfolgt. Inhalt des Vortrages ist ein Überblick über die Ergebnisse der Berichte und Empfehlungen des Umweltbundesamtes zur Novellierung der Richtlinie.

Mi. 14:50 2D

Lärm von Großanlagen

Akustische Schornsteinfegermessung - Konzept für ein Messverfahren zur Ermittlung von Schallemissionswerten stationärer AnlagenH.-H. Bartel und C. Fabris*Umweltbundesamt*

Für stationäre nicht genehmigungsbedürftige Anlagen i. S. d. Bundes-Immissionsschutzgesetzes, die am Einsatzort durch mehrere Module zu einem bestimmungsgemäß arbeitenden Gerät bzw. zu einer bestimmungsgemäß arbeitenden Anlage zusammen gesetzt werden, ist die Ermittlung eines Emissionsschalldruckpegels in der Regel nicht vorgesehen. Das ist im Wesentlichen im Fehlen eines praktikablen Messverfahrens begründet. Wenn es in Deutschland zu Beschwerden über Lärm

durch stationäre Anlagen kommt, wird zur Überprüfung der Anlagengeräusche grundsätzlich die TA Lärm zur Hilfe genommen. Im Fall tieffrequenter Geräusche empfiehlt die TA Lärm die Anwendung der DIN 45680, die jedoch nur ein Verfahren für Immissionsmessungen im Innenraum bereithält. Das Umweltbundesamt sieht dringenden Bedarf nach einem Messverfahren von Schallemissionen zur Begutachtung der Inbetriebnahme zusammengesetzter stationärer Anlagen insbesondere bezüglich des Schutzes der Umwelt und Nachbarschaft vor störendem tieffrequenten Lärm (vergleichbar mit der Überprüfung von Luftschadstoffen bei Inbetriebnahme von Heizungsanlagen durch einen Schornsteinfeger). Der Vortrag bietet einen Überblick über die aktuell gültigen rechtlichen Grundlagen, nimmt Bezug auf gültige Messverfahren, insbesondere Verfahren zur Ermittlung tieffrequenter Geräuschanteile und soll die Ideensammlung des Umweltbundesamtes zur Ausgestaltung eines einfachen, praktikablen Messverfahrens für den "akustischen Schornsteinfeger" darstellen.

Mi. 15:15 2D

Lärm von Großanlagen

Klassifizierung von Mündungsknallen nach DIN EN ISO 17201-5

M. Trimpop

Institut für Lärmschutz GmbH

Im Laufe der letzten Jahre wurde die Richtlinie DIN EN ISO 17201 zur Messung und Prognose von Geräuschen auf Schießplätzen entwickelt. Diese Norm beschreibt in ihrem 5'ten Teil ein Lärmmanagement von Schießgeräuschen. Da im Lärmmanagement eine ständige Nachführung der Berechnungen mit den bis zum Berechnungszeitpunkt angefallenen Realdaten und den weiteren Planungsdaten nötig ist, ist der Rechenaufwand wesentlich größer als bei einer einfachen Prognoseberechnung für den gesamten geplanten Betrieb. Daher sieht die DIN EN ISO 17201-5 die Verwendung von Klassifizierungen zur Geschwindigkeitssteigerung der Prognoserechnungen vor. Diese Klassifizierung ist in der Norm in groben Zügen dargestellt, bei der Anwendung ergeben sich jedoch Mehrdeutigkeiten bei der Bestimmung der entsprechenden Klasse. Je nach Wahl einer Klasse wird die Prognoserechnung zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Dies läuft gerade dem Bestreben der Qualitätssicherung entgegen, möglichst klare und eindeutige Handlungsanweisungen zu gewährleisten. Daher wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem diese Klassifizierung zu einem eindeutigen Ergebnis führt. Das Verfahren wird anhand von realen Beispielen vorgestellt und die Ergebnisse diskutiert.

Mi. 15:40 2D

Lärm von Großanlagen

Minderung der mittleren Lärmbelastung durch das Lärmmanagement auf Schießplätzen der BundeswehrK.-W. Hirsch^a, J. Vogel^b, F. Hammelmann^a und M. Becker^b^a*Cervus Consult*; ^b*Wehrbereichsverwaltung Süd*

Das Lärmmanagement auf Schießplätzen der Bundeswehr ist grundsätzlich ein Regelsystem, das bei der täglichen Planung des Schießens durch organisatorische Maßnahmen darauf abzielt, dass in der benachbarten Wohnbebauung weder der Richtwert für den energieäquivalenten Dauerschallpegel eines Schießtages noch der Richtwert für das lauteste Einzelgeräuschpegel überschritten wird. Das Management erlaubt dabei 5% reale Überschreitungstage, die sich ergeben können, weil z.B. in seltenen Fällen das Wetter für einen Bereiche des Wohnumfeldes an einem dieser sogenannten Überschreitungstage besonders (un)günstige Schallausbreitungsbedingungen vorgelegen haben. Das Lärmmanagement stellt also eigentlich sicher, dass das 5er Perzentil des Pegels unterhalb des Richtwertes bleibt, wenn es 18 Überschreitungstage in dem einem Schießtag vorausgehenden gleitenden Jahr von 365 Tagen erlaubt. Der Vortrag stellt den sich tatsächlich einstellenden Zusammenhang des 5er Perzentiles des energieäquivalenten Dauerschallpegels für den Schießtag und den energieäquivalenten Langzeitmittelungspegel über ein Jahr vor und diskutiert die durch das Lärmmanagement erreichte Minderung der mittleren Lärmbelastung.

Mi. 16:30 2D

Lärm von Großanlagen

Lärmmanagement TagebauD. Knauß^a und H.-W. Bartsch^b^a*deBAKOM GmbH*; ^b*RWE AG*

In der Regel erfolgt eine Lärmüberwachung großer Industrieanlagen durch periodische Messungen im Rahmen des BImSchG, um die Einhaltung der Immissionsrichtwerte zu überprüfen. Bei zeitlich begrenzten Veränderungen der Lärmsituation erlauben diese Messungen nur eine geringe bzw. keine Einflussnahme seitens des Betreibers, da die Änderungen nicht erkannt werden, bzw. zum Zeitpunkt der Messungen nicht mehr vorliegen. Dies führt zu Beschwerden, ohne dass die Ursachen beseitigt werden könnten. Deshalb werden im Bereich des Tagebaus mit seinem veränderlichen Betrieb kontinuierliche Lärmüberwachungen durchgeführt. Hierbei werden neben mittelfristigen Pegeländerungen (Trendanalyse) auch Änderungen der spektralen Struktur der Geräusche durchgeführt, um störende Einzeltöne direkt zu beseitigen. Die Geräuschanalyse erfolgt dabei automatisch. Änderungen an der Sollsituation werden der Betriebszentrale gemeldet, so dass Ursachen umgehend beseitigt und Beschwerden reduziert werden können. Bei der Geräuschanalyse sind neben den meteorologischen Effekten auch die Fremdgeräusche zu berücksichtigen. Hierzu wird eine automatische Geräuscherkennung eingesetzt.

Mi. 16:55 2D

Lärm von Großanlagen

Ein neues Verfahren zur Berechnung der Zusatzdämpfung durch Waldstücke in technischen Schallausbreitungsmodellen

K.-W. Hirsch und F. Hammelmann

Cervus Consult

Lärmschutz bei Wäldern besteht - wenn man so will - aus dem Schallschutz, d.h. aus der tatsächlichen Minderung von Immissionspegeln, und aus einem natürlichen Sicht- und Staubschutz, d.h. aus einer Wirkung auf die Moderatoren der Lärmempfindung. Man kann folgern, dass ein Waldstück bei gleicher Pegelminderung gegenüber technischen Bauten des Schallschutzes zusätzlich Vorteile bietet. Dieser Aspekt macht den Lärmschutz durch ein Waldstück gerade dann attraktiv, wenn Lärmschutz in naturnaher Umgebung erforderlich wird. Dennoch wird die Lärmschutzfunktion von Wäldern bzw. Waldflächen im Rahmen einer Immissionsprognose nur selten berücksichtigt oder bei der Lärm-minderungsplanung als Lärmschutzmaßnahme vorgeschlagen. Für die Berechnung der Pegelminderung, genauer der Zusatzdämpfung durch ein Waldstück, wird im Anhang A (informativ) der DIN ISO 9613 ein Verfahren vorgeschlagen, das neben anderen geometrischen Nebenbestimmungen auf die Durchdringung eines Kreisbogens mit dem Radius 5000 m von der Quelle zum Empfänger durch den Waldbestand abstellt. Ein Bewuchs ist dabei als Wald anzusehen, wenn "es unmöglich ist, über eine kurze Strecke durch den Bewuchs hindurchzusehen". Der Vortrag stellt ein Waldmodell vor, das diesen Ansatz so ersetzt, dass andere Krümmungsradien, eine Bewuchs-spezifische Durchgangsdämpfung, die Höhe des Waldbestandes und eine Folge von Waldstücken sachgerecht berücksichtigt werden können.

Mi. 17:20 2D

Lärm von Großanlagen

Hecken für den Schallschutz

M. Späh, L. Weber und T. Oesterreicher

Fraunhofer Institut für Bauphysik

In den maßgeblichen Planungsrichtlinien wird die Bewuchsdämpfung von Hecken und Gehölzen sehr niedrig angesetzt, so dass damit eine merkliche Lärminderung nur bei großen Grünanlagen erreicht wird. Dagegen haben schon frühere Messungen gezeigt, dass dichter Bewuchs durchaus eine wahrnehmbare Schalldämmwirkung besitzt. Über die akustischen Eigenschaften von dichten Hecken lagen bislang nur wenige Erkenntnisse vor. In einem Forschungsvorhaben wurden systematisch die akustischen Grundlagen von Hecken untersucht. Dafür wurden Messungen im Freien und im Labor durchgeführt, sowie ein Berechnungsmodell für den Schalldurchgang durch Hecken entwickelt.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigen, dass sich die Schalldämmung von Hecken aus ihren botanischen Eigenschaften (wie z. B.

Dichte und Größe des Blattwerks) vorherbestimmen lässt. Dies ermöglicht die Beurteilung und Auswahl unterschiedlicher Heckenpflanzen hinsichtlich ihrer akustischen Eignung als Schallschirm für den Einsatz an Verkehrswegen und anderen Lärmquellen.

Mi. 17:45 2D

Lärm von Großanlagen

Untersuchungen zur Geräuscentwicklung von Volksfesten

G. Krump^a, H. Hock^b und B. Winterer^a

^aHochschule Deggendorf; ^bhock farny ingenieure

Die Geräuscentwicklung von Volksfesten hat sehr vielfältige Ursachen. Als Schallquellen sind in erster Linie Fahr- und Betriebsgeräusche von Schaustellerattraktionen, elektroakustisch verstärkte Musikwiedergaben und Sprachdurchsagen, Warnsignale, menschliche Lautäußerungen sowie der Festzeltbetrieb auszumachen. Um Hinweise für die Lärmimmissionsbelastungen in der Nachbarschaft zu erhalten, wurden umfangreiche Schallpegelmessungen an drei verschiedenen Volksfesten in Bayern durchgeführt. Hierbei wurden die Schallemissionen bei Rundgängen auf dem Veranstaltungsgelände ermittelt, die Innenpegel in Festzelten erfasst und gleichzeitig Immissionspegel an verschiedenen Positionen im Umfeld der Volksfeste gemessen. In Pegel-Zeit-Diagrammen werden Emissions- und Immissionspegel zeitsynchron dargestellt, um Aussagen über die Zusammenhänge der Geräuschsituationen inner- und außerhalb der Volksfestplätze treffen zu können. Abschließend werden die Möglichkeiten und Grenzen von Prognoseberechnungen zur Simulation der Lärmbelastungen im Umfeld von Volksfesten untersucht und beurteilt.

Sitzung „Psychoakustik 1 - Perception“

Mi. 8:30 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Die Hörwelt aus perceptionistischer Sicht: Gliederungshilfen für die Psychoakustik

J. Blauert^a, R.-D. Dominicus^b und U. Jekosch^c

^aRuhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik; ^bRatingen;

^cTU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Der Perzeptionismus sagt aus, dass die Welt - und damit auch die Hörwelt - ausschließlich die Gesamtheit des bewusst Wahrgenommenen umfasst. Eine solche strikte Beschränkung auf das Wahrgenommene erleichtert bestimmte Gliederungsaufgaben in der Psychoakustik. In unserem Beitrag wird dies an dem Beispiel "Sound Quality" erläutert. Hierzu wird zunächst die Unterteilung der wahrgenommenen Welt in Dinge, Gefühle und Gedanken diskutiert. Hinsichtlich der Gedanken (Begriffe) wird auf unterschiedliche Abstraktionstufen (Individualbegriffe, Sammelbegriffe, Endbegriffe) abgehoben. Auf dieser Grundlage wird das Gebiet der "Sound Quality" nach dem Grade der Abstraktion gegliedert und so ein Schichtenmodell von Sound Quality erstellt. Die folgenden

Qualitätsschichten werden dabei identifiziert: Lautqualität (auditive quality), Hör szenenqualität (aural-scene quality), akustische Qualität (acoustic quality) und Hörkommunikationsqualität (aural-communication quality). Lautqualität betrifft die elementaren psychoakustischen Attribute, Hör szenenqualität schließt die Vorgänge der Objektbildung (u.a. die Gestaltregeln) mit ein, akustische Qualität umfasst den Schall-Aspekt, also die Schwingungen und Wellen elastischer Medien - soweit sie mit Lauten korrelieren. Die Hörkommunikationsqualität schließlich zielt auf die Funktion von Lauten und Lautreihen als Zeichenträger und somit als Elementen von Kommunikation ab.

Mi. 8:55 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Zum Einfluss der optischen Darbietungsweise auf audiovisuelle Interaktionen beim Lautheitsurteil

D. Menzel, A. Gottschalk, N. Haufe, F. Völk und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Die Lautheitsbeurteilung synthetischer oder technischer Schalle kann durch gleichzeitig dargebotene Farbreize, beispielsweise Farbflächen oder Abbildungen eingefärbter Produkte, beeinflusst werden. Bei der Untersuchung solcher audiovisueller Interaktionen werden häufig Bildschirme zur Darstellung der optischen Stimuli eingesetzt, was zur Folge hat, dass die gezeigten Farbstimuli nur einen kleinen Teil des Gesichtsfeldes der Probanden abdecken. Zudem ist die erreichbare Realitätsnähe bei Bildschirmdarstellung eingeschränkt. Der vorliegende Beitrag geht daher der Frage nach, ob die Verwendung anderer Anzeigemedien audiovisuelle Interaktionen begünstigen kann. Es werden Ergebnisse aus Experimenten mit Bildschirmdarstellung, vergrößerter Darstellung auf einer Leinwand sowie bei Verwendung optischer virtueller Realitäten in einer CAVE verglichen. Die Realitätsnähe wurde dabei zusätzlich durch den Einsatz virtueller Akustik mittels Binauraler Raumsynthese erhöht.

Mi. 9:20 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Kontinuierliche Messung und Vorhersage von Höranstrengung

H. Schepker^a, J. RENNIES^a, I. Holube^b und B. Kollmeier^c

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg; ^bInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.;

^cMedizinische Physik, Universität Oldenburg

In Video- und Telefonkonferenzen ist die mühelose Sprachkommunikation eine wichtige Voraussetzung. Ziel von Signalverarbeitungsalgorithmen ist es dabei, das Signal mit einer so hohen Qualität zu präsentieren, dass mit möglichst geringer Anstrengung der Sprache des Gegenübers gefolgt werden kann. Da die Sprache jedoch oftmals durch zeitlich veränderliche Hintergrundgeräusche überlagert ist oder sich der Sprecher relativ zum Mikrofon bewegt, ändert sich die Höranstrengung

beim Empfänger kontinuierlich. Um die Höranstrengung in solchen Situationen vorhersagen zu können, wurde ein System entwickelt, welches aus einem einkanaligen gestörten Sprachsignal die Höranstrengung schätzt. Das System besteht im Wesentlichen aus einer Kombination von einkanaliger Voice-Activity-Detection und Störgeräuschschätzung sowie einem bandbasierten Sprachverständlichkeitsmodell. In diesem Beitrag werden die Vorhersagen des Systems mit subjektiven Messungen verglichen. In der Messung beurteilten normalhörende Probanden die Höranstrengung kontinuierlich basierend auf einer 13-stufigen Skala. Die Messung wurde bei fünf verschiedenen Signal-Rausch-Abständen für zwei stationäre Störsignale durchgeführt, wobei sich der Signal-Rausch-Abstand zufällig über die Zeit änderte. Um eine mögliche Adaptation des Menschen an ein stationäres Störgeräusch zu untersuchen, wurden sowohl sprunghafte als auch langsame Änderungen des Signal-Rausch-Abstandes verwendet. Weiterhin wurde untersucht, ob der Einsatz von Störgeräuschreduktionsalgorithmen einen ähnlichen Einfluss auf die Vorhersage der Höranstrengung hat, wie es in der Literatur für subjektiv wahrgenommene Höranstrengung gezeigt wurde.

Mi. 9:45 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Psychoakustische Experimente zur Knallhaftigkeit

H. Fastl, B. Lichtinger und S. Kerber

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Knallgeräusche weisen sehr kurze Anstiegszeiten der Schalldruck-Zeitfunktion auf, die bei der Speicherung und Übertragung durch datenreduzierende Medien in der Regel nicht originalgetreu übertragen werden können. Dennoch sind aus der Praxis keine Beschwerden über mangelhafte Geräuschqualität von Knallgeräuschen bekannt. Um für zukünftige Kodierverfahren Möglichkeiten und Grenzen auszuloten, wurde in psychoakustischen Messreihen untersucht, wie sich Veränderungen in den Anstiegs- und Abfallzeiten synthetisierter Knallgeräusche auf die wahrgenommene "Knallhaftigkeit" der Geräusche auswirken. Ziel war es, Grenzwerte für Anstiegs- und Abfallzeiten zu ermitteln, die nicht überschritten werden dürfen, damit Schalle noch als typische Knallgeräusche wahrgenommen werden. Mittels MATLAB wurden in Anlehnung an Pfander (Das Knalltrauma, Springer 1975) Knallgeräusche erzeugt und dann in psychoakustischen Messreihen hinsichtlich der Knallhaftigkeit beurteilt. Bei den 180 synthetisierten Schallen wurden wesentliche Parameter in *condensatio* und *rarefactio* der Knallgeräusche systematisch variiert. Obwohl kein Grenzwert für Anstiegs- und Abfallzeiten gefunden werden konnte, geben die Ergebnisse der psychoakustischen Experimente dennoch wichtige Hinweise darauf, wie die Begrifflichkeit "Knall" durch Alltags-Erfahrungen aus dem Bereich audio-visueller Medien wesentlich geprägt wird.

Mi. 10:10 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Psychoakustische Bewertung von MultitonsignalenS. Töpken^a, J. Verhey^b und R. Weber^a^a *Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik;* ^b *AG Neuroakustik, Universität Oldenburg*

Geräusche, die aus einer Überlagerung von Klängen (Grundton und Harmonische) bestehen, können vom Klangcharakter sehr unterschiedlich sein. Wenn zusätzlich aufgrund von nichtlinearen Prozessen bei der Geräuschenstehung Kombinationstöne auftreten, ergeben sich unterschiedliche Wahrnehmungsphänomene aufgrund von z.B. Schwebungen. Diese können sowohl zu einem eher angenehmen, als auch zu einem eher unangenehmen Klangeindruck führen. Zur Erkundung der Dimensionen des Perzeptionsraumes wurden in Hörversuchen 15 synthetisierte Geräusche, zusammengesetzt aus 2 Klängen und Kombinationstönen, von 37 Teilnehmern mit einem semantischen Differential (16 Adjektivpaare) bewertet. Zusätzlich wurden von den Teilnehmern mit denselben Geräuschen vollständige Paarvergleiche hinsichtlich der Lautheit und der Angenehmheit der Geräusche durchgeführt. Jedes Geräusch besteht aus einer Mischung von 460 Teiltönen, die jeweils mit 6 dB/Oktave abfallen. Die Stimuli werden über einen Lautsprecher mit einem konstanten Pegel von 70 dB(A) für alle Geräusche dargeboten. Für einen festen unteren Grundton wird das Grundtonverhältnis der zwei harmonischen Tonkomplexe als Parameter variiert. Es zeigt sich sowohl im semantischen Differential als auch aus den Ergebnissen des Paarvergleichs eine deutliche Abhängigkeit der Wahrnehmung der Geräusche von dem Grundtonverhältnis. Die Beziehungen zwischen den multidimensionalen Ergebnissen der beiden Experimente werden vorgestellt und im Rahmen von Modellvorhersagen diskutiert.

Mi. 14:00 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Charakterisierung und Klassifizierung von Tastengeräuschen

M.E. Altinsoy und P. Vanselow

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Heutzutage werden Tasten als Bedienelemente in allen Bereichen - von Haushaltgeräten bis zu Fahrzeugen - eingesetzt. Nicht nur Ihre Anwendungshäufigkeit, sondern auch Ihre Funktionen haben sich mit der Zeit vervielfacht. Deswegen spielt die optimale Anpassung an die menschliche Tätigkeit, neben der schlichten Funktionalität, eine große Rolle bei modernen Bedienelementen. In diesem Kontext gewinnt die Qualität der Rückmeldung von Bedienelementen eine große Bedeutung. Bei herkömmlichen Tasten kommen für die Rückmeldung auditive, taktile und visuelle Reize in Frage. Ziel dieser Arbeit ist die Charakterisierung und die Klassifizierung von Tastengeräuschen aus dem Blickwinkel der Nutzer. Dabei stellt sich die Frage, was Probanden überhaupt unter einem optimalen Tastengeräusch oder Tastenfeedback verstehen. In dieser Arbeit werden 16 Tastengeräusche mit einem semantischen Differential

beurteilt. Zur Bestimmung der Wahrnehmungsdimensionen wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt.

Mi. 14:25 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Psychoakustische Analyse der Betriebsgeräusche von Photovoltaik-Wechselrichtern

W. Ellermeier^a, F. Kattner^a, L. Kurtze^b, M. Roos^c, S. Seeber^d und J. Bös^b

^aTU Darmstadt, Institut für Psychologie; ^bTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^cFraunhofer IWES, Kassel; ^dVoltwerk Electronics

Wechselrichter, wie sie in Photovoltaik-Anlagen Verwendung finden, emittieren Geräusche im gesamten hörbaren Spektrum, oftmals mit besonders hohen Spitzen im Bereich von 16-18 kHz. Um zu bestimmen, wie die Geräuschemissionen vom Betriebszustand der Geräte abhängen, wurden fünf Fabrikate in einer halbschalltoten Kammer sowohl mit einer halbkugelförmigen Anordnung aus 40 Mikrofonen als auch mit Hilfe eines Kunstkopfes untersucht. Dabei wurden die interessierenden Parameter (elektrische Leistung, Betriebsspannung, Lüfterdrehzahl) unabhängig voneinander variiert. Die anfallenden Messdaten wurden nach gängigen psychoakustischen Metriken (Lautheit, Tonhaltigkeit, Rauigkeit, Schärfe) analysiert. Im Ergebnis fanden sich qualitative Unterschiede zwischen den Fabrikaten und systematische Abhängigkeiten (insbesondere der Lautheit und der Ausgeprägtheit prominenter Tonkomponenten) von der Geräteleistung. Dabei zeigten sich auch Diskrepanzen zwischen dem A-bewertetem Schalldruckpegel, der stark durch die hochfrequenten Komponenten beeinflusst war, und der (psychoakustischen) Lautheit, die empfindlicher auf die breitbandigen Lüftergeräusche ansprach. Die instrumentellen psychoakustischen Analysen wurden zusätzlich durch Hörversuche validiert. Insgesamt sprechen die Ergebnisse dafür, psychoakustische Gesichtspunkte in die Bewertung der Geräuschemissionen von Photovoltaik-Wechselrichtern einzubeziehen.

Mi. 14:50 2A

Psychoakustik 1 - Perception

Vergleich des Messverfahrens PEAQ mit Hörversuchen in Produkttests

J. Fischer^a, G. Feneberg^a und G. Krump^b

^aMüller-BBM GmbH; ^bHochschule Deggendorf

Bei der Beurteilung von Geräten wie Fernsehern oder Handys, die per Lautsprecher akustische Signale wiedergeben, ist man noch sehr stark auf subjektive Hörtests angewiesen. Da die traditionelle Messung von Lautsprecherparametern und anderen Einflussfaktoren wie Gehäuseform und Lautsprecherposition bei Komplettsystemen nicht möglich ist,

wäre ein objektives Messverfahren zur Beurteilung der Audioqualität eines Gerätes im Gesamtzusammenhang von großem Vorteil. Das instrumentelle Messverfahren PEAQ (Perceptual Evaluation of Audio Quality), welches in ITU-R Rec. BS.1387 ursprünglich zur objektiven Bestimmung von Qualitätseinbußen durch verlustbehaftete Audiocodern entwickelt wurde, bietet eine gute Basis für objektive Messungen der akustischen Wiedergabequalität von Geräten. Im Beitrag wird die Eignung des PEAQ-Verfahrens hinsichtlich der Ergänzung beziehungsweise des Ersatzes von Hörversuchen diskutiert und erste Untersuchungsergebnisse werden vorgestellt.

Sitzung „Psychoakustik 2 - Monaural“

Mi. 15:40 2A

Psychoakustik 2 - Monaural

Lautheit subkritischer Geräusche: Eine Herausforderung für Lautheitsmodelle

J. Hots^a, J. Rannies^b und J. Verhey^a

^aAG Neuroakustik, Universität Oldenburg; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg

Bei der Abhängigkeit der Lautheit von der Bandbreite von Bandpassrauschsignalen werden im Allgemeinen zwei Fälle unterschieden: Für eine subkritische Bandbreite, d.h. eine Bandbreite kleiner als die Frequenzgruppenbreite, wird in stationären Lautheitsmodellen davon ausgegangen, dass die Lautheit nicht von der Bandbreite abhängt, während für größere Bandbreiten die Lautheit mit zunehmender Bandbreite zunimmt. Dieser Effekt der Lautheitszunahme wird als spektrale Lautheitssummation bezeichnet. Das Rauschen enthält jedoch inhärente Pegelschwankungen. Die Lautheit von einem amplitudenmodulierten Signal ist für niedrige Modulationsfrequenzen im allgemeinen leicht höher als die des unmodulierten Signals. Daher könnte man zumindest für sehr kleine Bandbreiten, bei der das auditorische System den Pegelschwankungen folgen kann, annehmen, dass die Lautheit des Bandpassrauschsignals höher ist als die eines an der Mittenfrequenz zentrierten Sinustons mit dem gleichen Pegel. Um diese Hypothese zu testen, wurde der Pegel gleicher Lautheit eines Bandpassrauschsignals und eines an der Mittenfrequenz zentrierten gleich lauten Sinustons bestimmt. Die Mittenfrequenz war entweder 750Hz, 1.5kHz oder 3kHz. Die Bandbreite variierte zwischen 5Hz und 1620Hz. Die Daten werden im Rahmen von stationären Modellen, die die gleiche Lautheit für subkritische Bandbreiten annehmen und dynamischen Lautheitsmodellen, die Effekte von Pegelschwankungen berücksichtigen, diskutiert.

Mi. 16:05 2A

Psychoakustik 2 - Monaural

Spektrale Lautheitssummation bei zeitversetzter Darbietung der FrequenzkomponentenW. Heeren^a, J. RENNIES^b und J. Verhey^a^aAG Neuroakustik, Universität Oldenburg; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg

Der Pegel eines breitbandigen Signals ist im Allgemeinen niedriger als der eines gleichlauten schmalbandigen Geräusches. Dieser als spektrale Lautheitssummation bezeichnete Effekt wird in der Regel für breitbandige Signale gemessen, deren Frequenzkomponenten gleichzeitig dargeboten werden. Der vorliegende Beitrag untersucht, ob und in welchem Maße sich dieser Effekt auch für Signale nachweisen lässt, deren Frequenzkomponenten zu unterschiedlichen Zeitpunkten dargeboten werden. Die spektrale Lautheitssummation wurde für Tonpulsfolgen bestehend aus kurzen Sinuspulsen variierender Frequenz gemessen. Die Frequenzen wurden zufällig aus fünf Frequenzen (1370, 1850, 2500, 3400 und 4800 Hz) ausgewählt. Als Referenzstimulus diente eine Tonpulsfolge aus 2500 Hz Sinuspulsen, mit einer zum Teststimulus identischen zeitlichen Struktur. Zum Vergleich wurde die spektrale Lautheitssummation auch für Tonkomplexpulsfolgen bestimmt, bei der alle fünf Frequenzen gleichzeitig dargeboten wurden. Gemessen wurden der Einfluss der Einzelpulsdauer (10 bis 100~ms), der Stimulusdauer (1000 oder 2000~ms), sowie der Dauer des Interpulsintervalls (IPI; 0 bis 390~ms). Die Ergebnisse zeigen eine nennenswerte nicht-simultane spektrale Lautheitssummation sowohl für kurze Pulsdauern und IPI als auch, in geringerem Umfang, für die längsten IPI. Die gewonnenen Daten werden vor dem Hintergrund wiederholratenabhängiger spektraler Lautheitssummation von Rauschpulsen [z.B. Verhey und Uhlemann (2008), JASA 123(2), 925-934] und zeitlicher Effekte innerhalb der auditorischen Filter diskutiert.

Mi. 16:30 2A

Psychoakustik 2 - Monaural

Psychoakustik spektrottemporalen Modulationen

A. Oetjen und J. Verhey

AG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Viele Kommunikationssignale, u.a. die menschliche Sprache, enthalten neben rein zeitlichen Pegelschwankungen (Modulationen) auch komplexe spektrottemporale Modulationen. Diese Modulationen zeigen sich schon bei Artikulationslauten von Kleinkindern und es ist daher sinnvoll anzunehmen, dass das Gehör für diese Modulationen sensitiv ist. Physiologische Studien deuten auf eine Frequenzselektivität für spektrottemporale Modulationen hin. Psychoakustische Studien beschränkten sich dagegen bislang im Allgemeinen auf den Nachweis rein zeitlicher oder rein spektraler Modulationsfilter. Die vorliegende Studie untersucht in einem Verdeckungsexperiment, ob sich eine Bandpassfiltercharakteristik

auch für spektrotemporal modulierte Stimuli zeigt. Hierzu wird die Mithörschwelle einer sinusförmigen spektrotemporalen Modulation in Anwesenheit einer schmalbandigen Störmodulation für verschiedene Mittenfrequenzen bestimmt. An dem Experiment nahmen 8 normalhörende Versuchspersonen teil. Basierend auf diesen Daten wurde ein Modell für einen spektrotemporalen Modulationsfilter erstellt. Dieses Modell berücksichtigt sowohl die Symmetrieeigenschaften des experimentell bestimmten Filters als auch die Restmaskierung bei entgegengesetzt orientierten Modulationen. Die Ergebnisse werden im Rahmen von in der Spracherkennung verwendeten Gabor Filtern diskutiert.

Mi. 16:55 2A

Psychoakustik 2 - Monaural

Modeling the effects of compression and suppression on estimates of auditory frequency selectivity

M. Marschall, J. Buchholz und T. Dau

Technical University of Denmark

Estimates of tuning derived from non-simultaneous masking experiments tend to show sharper tuning than those derived from simultaneous masking experiments. Previous studies have suggested that the wider tuning observed in simultaneous masking is due to the more widely tuned influence of suppression that only occurs when the masker and the signal are present at the same time. This study, using a modeling approach, investigates an alternative explanation, involving the effect of compression alone. To this end, a computational model of auditory signal processing and perception was used to simulate behavioral measures of frequency selectivity in both simultaneous and forward masking. The model included the dual-resonance nonlinear (DRNL) filter as the frequency selective stage, which simulates key aspects of nonlinear cochlear processing, such as compression and two-tone suppression. The modeling results show that the effect of compression may directly lead to a narrower tuning estimate in forward masking if a filter structure with a nonlinearity sandwiched between two bandpass filters is assumed.

Mi. 17:20 2A

Psychoakustik 2 - Monaural

Modelling adaptation and amplitude-modulation processing

S. Ewert und C. Iben

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

The computational auditory signal processing and perception model (CASP) by Jespen *et al.* [J. Acoust. Soc. Am. 124, 422 (2008)] accounts for various aspects of simultaneous and non-simultaneous masking in human listeners. The model introduced improvements over the auditory pre-processing stages of the model by Dau *et al.* [J. Acoust. Soc. Am. 102, 2892 (1997)] that were used in a number of monaural and binaural applications and modelling studies. The current study focuses on two aspects of the pre-processing stages of CASP, being adaptation and modulation processing. Both stages interact and are responsible

for main properties of the model, like the ability to predict Weber's law, forward masking, and modulation masking. In the first step, the modulation processing stage was modified to allow for the correct prediction amplitude-modulation depth discrimination based on Ewert and Dau [J. Acoust. Soc. Am. 116, 478 (2004)]. In the second step, the adaptation stage was modified to allow for a binaural stage after fast adaptation with a short time constant, motivated by Ewert *et al.* [*The Neurophysiological Bases of Auditory Perception*. 337, (2009)]. A test battery of experiments was established and the model with modified stages was tested and compared to CASP.

Mi. 17:45 2A

Psychoakustik 2 - Monaural

Der Einfluss cochleärer Verarbeitung auf die Wahrnehmung

B. Epp^a, M. Mauermann^b und J. Verhey^a

^aAG Neuroakustik, Universität Oldenburg; ^bMedizinische Physik, Universität Oldenburg

Die Zerlegung akustischer Signale in einzelne Frequenzbänder auf Ebene der Cochlea wird häufig mit Hilfe von Filterbänken modelliert. Dieser effektive Ansatz erlaubt zwar eine globale Beschreibung des Systems, erschwert jedoch durch seine Vereinfachung die Unterscheidung von mechanischen und neuronalen Anteilen der auditorischen Verarbeitung. Um ein detailliertes Verständnis über die der auditorischen Signalverarbeitung zugrunde liegenden Mechanismen zu bekommen ist daher eine realistische Abbildung der Verarbeitungsstufen notwendig. Im vorliegende Beitrag wird ein physiologisch plausibles und physikalisch motiviertes aktives und nichtlineares Modell der Cochlea benutzt, um die Beiträge neuronaler Verarbeitung von denen der mechanischen Verarbeitung auf Ebene der Cochlea zu separieren. Die Simulationen zeigen, dass verschiedene Daten zu cochleärer Verarbeitung wie Kompression, Verstärkung, hohe Frequenzselektivität und frequenzübergreifende Interaktionen sowie Daten zu otoakustischen Emissionen mit einem einzigen Parametersatz modelliert werden können. Das Modell zeigt ausserdem Unterschiede in der Abbildung von zeitlichen Modulationen nahe der Ruhehörschwelle mit Feinstruktur. Ein Vergleich dieser Abbildungen mit psychoakustischen Daten weist darauf hin, dass die psychoakustisch gemessenen Effekte schon durch die Dynamik der Cochlea erklärt werden können. Die Nutzung eines solchen Modells ermöglicht ein tieferes Verständnis der peripheren Verarbeitungsmechanismen und kann dadurch zu einer verbesserten Versorgung von Hörschäden beitragen.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Psychoakustik (Poster)

Auswirkung zusätzlicher, zufälliger Fluktuationen im spektralen Profil von Stimuli in Comodulation Masking Release Experimenten

S.M.A. Ernst und B.C.J. Moore

Dept. of Experimental Psychology, Univ. of Cambridge

Buss [(2010) J. Acoust. Soc. Am. 127, 3614-3628] konnte zeigen, dass die Mithörschwellen eines in einem komodulierten Verdeckter eingebetteten Signals, das aus bis zu elf Schmalbandrauschen besteht, eine U-förmige Funktion der Signalfrequenz beschreiben. Sie betonte, dass diese Beobachtung vergleichbar zur Signalfrequenzabhängigkeit in "Profile Analysis" (PA-) Experimenten sei und schlussfolgerte, dass sowohl dem Comodulation Masking Release (CMR) als auch der PA die gleichen Basismechanismen, welche sich Änderungen im spektralen Profil zunutze machen, zugrunde lägen. Diese Schlussfolgerung wird in diesem Beitrag überprüft, indem zufällige Fluktuationen dem Gesamtpegel, dem Pegel der einzelnen Verdeckterkomponenten, sowie der Signalfrequenz aufgeprägt wurden. Für ein Signal in Form eines Schmalbandrauschens, welches nur die Nutzung der Änderungen im spektralen Profil zulässt, sank der Schwellenunterschied zwischen den Mithörschwellen bei Präsentation im Verdeckter mit komodulierten und unkorrelierten Einhüllenden über Frequenzen hinweg (CMR), bei ansteigender Pegelfluktuation der einzelnen Verdeckterkomponenten von ca. 6 auf 0 dB. Bei Darbietung eines Tons als Signal war der CMR allerdings wesentlich größer und blieb selbst bei einer Fluktuation der Verdeckterkomponenten von ± 6 dB zum Großteil erhalten. Diese Daten deuten darauf hin, dass der CMR eines Tonsignals nicht ausschließlich auf der Wahrnehmung von Änderungen im spektralen Profil basiert, sondern weitere Mechanismen eine entscheidende Rolle spielen.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Psychoakustik (Poster)

Psychoakustische Experimente zum Einfluss des Ventriloquismus-Effekts auf Richtungsunterschiedsschwellen (Minimum Audible Angles) in der HorizontalebeneM. Schmidhuber^{a,b}, F. Völk^a und H. Fastl^a^aAG Technische Akustik, MMK, TU München; ^bAkustikbüro Schwarzenberger und Burkhart, Pöcking

Die durch einen visuellen Reiz verursachte Veränderung der wahrgenommenen Position eines akustischen Stimulus bezeichnet man häufig als Ventriloquismus-Effekt. In diesem Beitrag werden Auswirkungen dieses Effekts auf Richtungsunterschiedsschwellen (Minimum Audible Angles) bei sequentieller Präsentation gleichmäßig anregenden Rauschens in reflexionsbehafteter Umgebung betrachtet. Zur Wiedergabe der akustischen Stimuli dienen Wellenfeldsynthese oder Intensitätsstereophonie, als visuelle Stimuli kommen rote Leuchtdioden zum Einsatz. Um weitere visuelle Einflüsse zu verhindern finden die Versuche in einem abgedunkelten Laborraum statt. Mit dem Ziel Veränderungen der

Richtungsunterschiedsschwellen zu adressieren, wird eine der Leuchtdioden an der intendierten Position eines der Schalle präsentiert, während die Positionen der anderen Diode und des anderen Schalles nicht übereinstimmen. Auf diese Weise kann durch den Ventriloquismus-Effekt die Richtungsunterschiedsschwelle erhöht oder verringert werden, je nachdem ob die Änderung der Position des visuellen Stimulus größer oder kleiner als die der intendierten Position des akustischen Stimulus ist. Es zeigt sich, dass zusätzliche visuelle Stimulation in Dunkelheit ermittelte Richtungsunterschiedsschwellen für beiden Wiedergabemethoden in unterschiedlicher Weise verändern kann, wobei deutliche inter-individuelle Unterschiede auftreten.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Psychoakustik (Poster)

Masking release based on comodulation of target and cue band

A. Josupeit^a und S. van de Par^b

^a *Universität Oldenburg*; ^b *Univ. Oldenburg, Institut für Physik- Akustik*

A new type of Cue-Band based Masking Release is discussed that is based on comodulation of the masked target band and a cue band. In this experiment listeners had to discriminate between a target complex of 4 sinusoids with 80-Hz spacing starting at 500 Hz and a reference complex starting at 700 Hz. In the 3-IFC design, in all three intervals a 60 dB SPL low-pass masking noise was present with an upper frequency of 3000 Hz. The threshold level at which the tone complexes could be discriminated was measured with an adaptive staircase method. In one condition thresholds were measured without cue-band, in a second condition, a cue band was presented in all three intervals consisting of 60 sinusoids with 80-Hz spacing and the same starting phase as the target band with the first sinusoid starting at 4000 Hz. In the cue band condition, discrimination thresholds were found to be about 2 to 3 dB lower than in the non-cue band condition when the tone complexes had 100 to 200 ms duration compared to the 400-ms masker. The results suggest that high-frequency information in voiced speech can aid to the discriminability of formant frequencies that are masked by noise.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Psychoakustik (Poster)

Microscopic model of intelligibility for band-width reduction and reverberation

J.-P. Ramirez und A. Raake

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Intelligibility of speech impaired by noise, bandwidth reduction and reverberation is predicted either by the speech intelligibility index (SII) or the speech transmission index (STI). The validity of these models is however limited to stationary conditions. For speech masked by amplitude-modulated noise or competing speech, the long-term characteristics of the present sources are not sufficient to reliably predict the complex segregation of acoustic signals into linguistic features. Alternatively, the

dynamics of speech are addressed in a more subtle fashion by so-called microscopic models based on the performances of automatic speech recognition (ASR) algorithms (Jürgens et al., 2009, Ramirez et al., 2010). Here, clarity is evaluated at the phoneme level before mapping onto experimental intelligibility data. In a previous study (Ramirez et al., 2010), the authors showed a strong correlation between the SII and a microscopic model for stationary noise. The present contribution questions the possible extension to conditions such as bandwidth reduction or reverberation in order to settle the correspondence between macro- and microscopic models. In a first part, the ASR-based predictions are compared to the traditional models, followed by a discussion of the possible extensions of the microscopic approach.

Sitzung „Signalverarbeitung 2“

Mi. 8:30 3E

Signalverarbeitung 2

Eine Zeit-Frequenz-Methode zur Verbesserung des Signal-Rausch-Abstands für die Systemidentifikation mit exponentiellen Sweeps

P. Balazs^a, P. Majdak^a, W. Kreuzer^a und M. Dörfler^b

^a*Institut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften;*

^b*Universität Wien, Fakultät für Mathematik*

Exponentielle Sweeps werden häufig verwendet um Impulsantworten von elektro-akustischen Systemen zu messen. Die Messungen werden häufig durch Rauschen und nicht-lineare Verzerrungen des Messsystems gestört. Wir schlagen hier eine Methode vor, den Signal-Rausch-Abstand (engl.: signal-to-noise ratio, SNR) durch ein Entrauschen des aufgenommenen Signals in der Zeit-Frequenz-Ebene zu vergrößern. Das Entrauschen basiert auf der Annahme einer abklingenden Systemantwort auf die Anregung mit dem Sweep. Das Rauschen wird als stationär angenommen. Im Gegensatz zu anderen Methoden werden keine Annahmen über die spektrale Dichte-Verteilung des Rauschens gestellt. Numerische Tests zeigen Vorteile der Methode für geringe SNR, auch für Messungen mit gefärbtem Rauschen.

Mi. 8:55 3E

Signalverarbeitung 2

Applicability of ISA and NMF on sweep measurements

X. Wang und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Impulse responses and transfer functions are the main properties of linear acoustic systems. Sweeps are usually used as the excitation signals. During the measurement, the systems are contaminated by external noise, (e.g. random noise, traffic noise or machine noise). In order to suppress the external noise and obtain a good signal-to-noise ratio (SNR), noise reduction methods should be employed. Meanwhile, the blind source separation methods, such as Independent Subspaces Analysis (ISA) and Non-Negative Matrix Factorization (NMF), have been implemented in the separation of music pitches and biomedical signal and

applied with some qualitative success. ISA separates the sources by projecting one source to certain independent subspaces and projecting the other source to other independent subspaces. The NMF is based on the assumption of the non-negative restriction of the spectrogram, and it can separate the sources very well, if the sources are the mixture of harmonic spectrums with time-varying gain. In this paper, we investigate the applicability of the ISA and NMF for de-noising the sweep measurement quantitatively. Severe problems, however, exist because both of the two methods omit the phase information; both are based on the assumption of the harmonic spectrum, which prohibits usage for significantly de-noising sweep measurements.

Mi. 9:20 3E

Signalverarbeitung 2

The coherence estimate function and its dependency on the room acoustic situation

R. Scharrer und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

State-of-the-art hearing aids and other audio processing instruments need to have the ability to evaluate the characteristics of the acoustic environment, and accordingly use the most appropriate signal processing strategies to increase speech intelligibility. A robust and reliable method to estimate the reverberation time from passively received microphone signals represents an important technology to improve the device's performance as well as the user experience.

The spatial coherence estimate function (CEF) in room acoustics depends on the block size used for the power spectral density estimation. This dependency is also influenced by the room's acoustic properties. It was already shown that it is possible to estimate the reverberation time from the CEF using a neural network as estimator. This method has some major advantages over existing reverberation time estimation methods. Further research shows the limits of this method by researching the exact behavior of the CEF in different room acoustic situations. Numerous room acoustic simulations were conducted to get a statistical idea of the possible limitations of this method as well as develop a more intense understanding of the dependencies of the coherence estimate and the room's acoustic properties.

Mi. 9:45 3E

Signalverarbeitung 2

Virtuelle Mikrofone: Präzise Demodulation von Audioschall aus phasenmoduliertem UltraschallT. Ritter*Beuth Hochschule für Technik Berlin*

Im Forschungsprojekt 'Virtuelle Mikrofone' an der Beuth-Hochschule Berlin sollen Audiomikrophone durch ein System bestehend aus einem Ultraschallsender und einem Ultraschallempfänger ersetzt werden. Dabei wird ausgenutzt, dass Ultraschallwellen bei Überlagerung mit Audioschall phasenmoduliert werden. Aufgrund der physikalischen Zusammenhänge treten nur sehr geringe Veränderungen der Phasenwinkel auf. Neben anderen geeigneten Maßnahmen wie die Verwendung einer stabilen Trägerfrequenz zur Ultraschallerzeugung oder die Fokussierung der Schallwellen am Wandler steht die präzise Demodulation des phasenmodulierten Signals im Mittelpunkt der Untersuchungen. Dazu wurden verschiedene Methoden zur Demodulation phasenmodulierter Signale verglichen. Im Vordergrund steht dabei die maximal erreichbare Genauigkeit, die unter den gegebenen Bedingungen eines sehr geringen Phasenwinkel und geringem additiven Rauschen erzielt werden kann. Durch den geplanten Einsatz von digitalen Signalprozessoren zur Demodulation am Ultraschallempfänger bildet die verfügbare Rechenleistung kein Kriterium zu Bewertung von Demodulationsalgorithmen.

Mi. 10:10 3E

Signalverarbeitung 2

A Teleconference System with Distributed MicrophonesS. Stenzel, E. Böhmler und J. Freudenberger*HTWG Konstanz*

In this work we present a system which can be used as a frontend for teleconference systems. The challenges in such hands-free telecommunication scenarios are not only the potential large distance between the local speakers and the microphones, but also the echoes of the far end speaker which interferes to the local speech signals. Therefore we propose the use of a distributed microphone array, to enable a better compromise for different speaker positions and different speaker distances. To combine the different microphone signals, we use a microphone diversity approach which exploits these different signal and noise conditions at the microphone positions. The input signals are weighted with respect to the SNR ratios at each channel and therefore equalize the acoustic transfer functions. Because of the close loudspeaker to microphone distance further signal processing is needed for echo cancellation. To reduce possible background noise from the microphone input signals, the system contains an additional noise suppression filter. In this filter we also integrate the suppression of the residual echoes, which were not compensated by the linear echo canceller.

Mi. 14:00 3E

Signalverarbeitung 2

Kombinierte Lokalisation und Identifikation von Sprechern in komplexen akustischen SzenenT. May^a, S. van de Par^a und A. Kohlrausch^b^a*Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Physik;* ^b*Philips Research Europe, Eindhoven*

Für eine Vielzahl von Anwendungen wie z.B. Hörgeräte und Kommunikationssysteme ist das Wissen über die Position der Zielquelle von entscheidender Bedeutung, um beispielsweise einen Beamformer zu steuern oder Verarbeitungsparameter zu kontrollieren. Während das menschliche Gehör in der Lage ist, sich auf eine Zielquelle in einer störrauschbehafteten Umgebung zu konzentrieren, stellt diese Aufgabe für Algorithmen nach wie vor eine Herausforderung dar. In dieser Studie wird ein binauraler Klassifizierer vorgestellt, der eine gegebene Anzahl von simultan aktiven Sprechern in Störgeräusch und Nachhall lokalisieren und identifizieren kann. Hierfür werden zunächst alle aktiven Schallquellen lokalisiert und deren Aktivität im Zeit-Frequenzbereich bestimmt. Basierend auf dieser Einteilung (missing data mask) und den dazugehörigen spektralen Merkmalen wird durch ein Spracherkennungsmodul (missing data recognizer) erkannt, ob die zugrunde liegende akustische Quelle einem Sprecher oder einer Störgeräuschquelle zugeordnet wird. Im letzten Schritt erfolgt die Identifikation der detektierten Sprachquellen. Durch den vorgeschlagenen Ansatz werden im Vergleich zu einem konventionellen MFCC-basierten Klassifizierer signifikant bessere Sprechererkennungsraten erzielt.

Mi. 14:25 3E

Signalverarbeitung 2

Umsetzung eines binauralen Lokalisationsmodells als Echtzeit-Anwendung auf CPU und GPU

M. Schwyrz und W. Heß

Harman/Becker

Zur Echtzeit-Schätzung und -Visualisierung von lateraler Auslenkung, Breite und Lautheit von Hörereignissen wurde ein binaurales Lokalisationsmodell als PC-basiertes VST-Plugin implementiert. Der hohe Bedarf an Rechenleistung und die Echtzeit-Signalverarbeitung unter Windows erfordern eine Auslagerung von verschiedenen Signalverarbeitungsroutinen auf die Grafikkarte. Aufteilung der Berechnung auf CPU und GPU, Optimierung und Parallelisierung von Verarbeitungsschritten sowie die Adaption der Schätzung an die individuelle Wahrnehmung durch einen lernfähigen Algorithmus werden beschrieben.

Mi. 14:50 3E

Signalverarbeitung 2

Evaluation of joint position-pitch estimation algorithm for localizing multiple speakers in adverse acoustical environmentsS. Gerlach^a, S. Goetze^a, J. Bitzer^{b,a} und S. Doclo^{c,a}^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg; ^bInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.; ^cSignalverarbeitung - Universität Oldenburg

Automatic speaker localization, detection and tracking are important challenges in multi-channel hands-free communication systems. In particular, simultaneous localization of different speakers is of great interest for multi-microphone noise reduction schemes. Besides position, another possible feature to distinguish between different speakers is the fundamental frequency of the speaker's voice. The recently proposed Position-Pitch (PoPi) estimation algorithm combines source tracking based on well-known cross-correlation approaches with pitch estimation techniques. In this contribution we evaluate the robustness of a modified version of the PoPi algorithm for localizing simultaneous speakers in a realistic environment including room reverberation and different signal-to-noise ratios. In order to improve robustness we particularly focus on modifications of the frequency-domain phase transformation used by the original PoPi algorithm.

Mi. 15:15 3E

Signalverarbeitung 2

Automatische Detektion und Lokalisation von Schiffshörnern mit Hilfe von MikrofonarraysM. Makarski^a, A. Goertz^b und A. Schmitz^c^aIFAA, Würselen; ^bIFAA, Herzogenrath; ^cIFAA / TAC, Korschenbroich

In der Seeschifffahrt werden zu Warnzwecken, bei Notrufen und zur Übermittlung einfacher Nachrichten Hornlautsprecher, aber z. B. auch Glocken eingesetzt. Bei Hochseeschiffen ist es üblich die Brücke geschlossen auszuführen, so dass aufgrund der schlechten Schalldurchlässigkeit die Brückenwache ein akustisches Signal eines anderen Schiffes kaum wahrnehmen kann. Für solche Schiffe ist eine Schallsignalempfangsanlage (SSE) vorgeschrieben, die mit Hilfe von Mikrofonen Schallsignale anderer Schiffe automatisch detektiert und eine grobe Richtungserkennung durchführt.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH) wurden umfangreiche Messungen von Schiffshörnern auf See und im Labor durchgeführt. Ziel der Untersuchung ist es auszuloten, ob durch den Einsatz moderner Messtechnik und Algorithmen in Kombination mit geeigneten Mikrofonarrays eine vergleichbar gute Detektion zu einem menschlichen Ausguck erreicht werden kann. Darüber hinaus soll die Schalleinfallrichtung möglichst präzise durch das Array bestimmt werden. Die Ergebnisse sollen in zukünftigen Normungen als Datengrundlage zur Beschreibung der Anforderungen an Schallsignalempfangsanlagen dienen.

Mi. 16:05 3E

Signalverarbeitung 2

Zahlentheoretisch motivierte Optimierung von Mikrofonpositionen für einen virtuellen Kunstkopf

E. Rasumow^a, M. Blau^a, S. Doclo^{b,c}, D. Püschel^d, M. Hansen^a, S. van de Par^e und V. Mellert^e

^aInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.;

^bSignalverarbeitung - Universität Oldenburg; ^cFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audioteknologie, Oldenburg; ^dAkustik Technologie Göttingen; ^eC.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik

Um die kopfbezogenen Übertragungsfunktionen des Menschen (HRTFs) in akustische Messungen mit einzubeziehen, werden diese oft mithilfe von Kunstköpfen durchgeführt. Deren richtungsabhängige Spektralverfärbungen des Eingangssignals können auch durch ein angemessen beschaltetes Mikrofonarray angenähert werden, das im Vergleich kleiner, leichter und variabler ist. Die filter-and-sum beamforming-Methode ermöglicht es, verschiedene Richtcharakteristiken in Abhängigkeit von Richtung und Frequenz zu erzeugen. Die dabei freien Parameter sind die Filter eines jeden Mikrofons, sowie die Mikrofonanzahl und -positionen. Sind die Mikrofonpositionen festgelegt, können die Filter der Mikrofone durch Minimierung verschiedener Kostenfunktionen gewonnen werden. Eine Optimierung der Mikrofonpositionen ist jedoch im allgemeinen nur mithilfe einer rechenaufwändigen brute-force Methode möglich. Vielmehr gilt es hierbei, einen Kompromiss zwischen möglichst vielen unterschiedlichen Mikrofonabständen und möglichst guter räumlicher Verteilung der Mikrofone auf andere Weise zu gewinnen. Dieser Beitrag stellt eine Methode zur Berechnung von Mikrofonanordnungen vor, die auf zahlentheoretischen Überlegungen basiert. Die daraus gewonnenen Mikrofonpositionen werden hinsichtlich der Anpassgenauigkeit bei der Optimierung und hinsichtlich der Robustheit gegen Positionierungsfehler mit weiteren Mikrofonanordnungen, die unter Verwendung einer brute-force Methode berechnet worden sind, verglichen. Erste Simulationen deuten darauf hin, dass mit der zahlentheoretisch motivierten Positionierung eine robustere und genauere Anpassung an individuelle HRTFs möglich ist.

Mi. 16:30 3E

Signalverarbeitung 2

Performance comparison of binaural beamforming and MWF-based noise reduction algorithms

D. Marquardt^a, S. Doclo^{a,b} und V. Hohmann^c

^aSignalverarbeitung - Universität Oldenburg; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audioteknologie, Oldenburg; ^cMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Noise reduction algorithms in hearing aids are crucial to improve speech understanding in background noise for hearing-impaired persons. For binaural hearing aids multi-microphone algorithms, exploiting signals from

both the left and right hearing aid, are considered to be promising techniques for noise reduction. In addition to reducing noise and avoiding speech distortion, another important objective of a binaural algorithm is to preserve the binaural cues of the speech and the residual noise, which are perceptually important for spatial impression and speech intelligibility. By solving different cost functions two main categories of binaural multi-microphone noise reduction algorithms can be derived: beamforming and multi-channel Wiener filtering (MWF) based techniques. Whereas beamformers require prior knowledge about the location of the target speech source, MWF-based techniques rely on a robust voice activity detection (VAD), classifying frames as speech-and-noise or noise-only frames. In this paper the performance of two binaural noise reduction algorithms, namely a Generalised Sidelobe Canceller beamformer with binaural postfilter and a binaural MWF-based technique, are compared using objective measures (such as SNR improvement) as well as subjective measures (such as speech reception threshold, listening effort scaling and preference rating).

Mi. 16:55 3E

Signalverarbeitung 2

Deriving continuous HRTFs from discrete data points

M. Pollow und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Head-Related Transfer Functions (HRTFs) describe a persons or a dummy-heads perception of sound for different angles of incidence. These data are usually simulated or measured on discrete points distributed spherically around the listening head. Anywhere in between these directions the HRTF can either be approximated by one of its closest neighbors or interpolated from the given information at the discrete points. One way to achieve such an interpolation is to decompose the HRTFs into a limited set of continuous functions on the sphere (spherical harmonics), which can be used to evaluate the transfer function for any desired direction in space. Applying reciprocity the incident sound wave can be reformulated as an exterior radiation problem. The range dependence of the HRTF can thus be modeled as the outward propagation of a spherical wave originating from the center of the listening head. Using this approach, a set of HRTF data obtained at a fixed distance allows to extrapolate its range to larger or smaller distances. The Head-Related Transfer Function can thus be defined for the continuous space surrounding the listener, making it possible to e.g. auralize near-field listening effects without having to measure HRTFs at such close ranges.

Sitzung „Numerische Akustik 1“

Mi. 8:30 3F

Numerische Akustik 1

Berechnung der Schalldämmung von profilierten Platten

R. Piscoya und M. Ochmann

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Aufgrund ihrer höheren Biegesteifigkeit werden profilierte dünne Platten in verschiedenen Ingenieur-Bereichen eingesetzt, z. B. bei der Herstellung von Dachstrukturen oder von Einhausungen für Gasturbinen. Akustisch gesehen besitzen profilierte Platten eine geringere Schalldämmung als flache Platten mit derselben Dicke. Die Hinzufügung vom Absorptionsmaterial erhöht in vielen Fällen die Schalldämmung der Platte. Formeln zur Abschätzung der Schalldämmung von flachen und von profilierten ausgekleideten Platten sind schon in der Vergangenheit hergeleitet worden. Messungen zeigen zwar eine gute Übereinstimmung mit den theoretisch hergeleiteten Werten für die Schalldämmung der flachen Platte, bei der profilierten Platte treten jedoch größere Abweichungen zwischen Theorie und Experiment auf. In der vorliegenden Arbeit wird ein numerisches Modell zur Berechnung der Schalldämmung von profilierten Platten, die einseitig mit Absorptionsmaterial beschichtet sind, entwickelt, und die Auswirkung verschiedener Gestaltungsparameter derartiger Platten auf die Höhe der zu erzielenden Schalldämmung wird untersucht.

Mi. 8:55 3F

Numerische Akustik 1

Sensitivity Analysis: Fundamental for Multi-Objective Optimization of Natural-Fibre-Reinforced-Plastic Composites.

D. Al-Kharabsheh, M. Wulkau und S. Langer

TU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik

Nowadays market demands on industrial products are very high. Many objective values are required such as weight, thickness and last but not least the acoustical characteristics. Hence the products should be optimized based on the objective values required. This multi-objective optimization requires understanding the dependencies between the optimization objectives, the acoustical and mechanical properties of the used materials, and the production process parameters. Physical models can be used to describe these functional dependencies. The prediction of the optimum range can be supported by the simulation of the dependencies of the material parameters and the optimization objectives with numerical methods like the Finite Element Method. The reliability of the prediction can be improved using more detailed material models. This is accompanied by problem that several material parameters are needed. Hence, these input parameters of the simulation model have to be characterized according to their importance in order to reduce the effort and to improve the level of confidence of the optimization. Identifying the parameters that will be the most influential is done using a sensitivity

analysis. Here, the specific importance of sensitivity analysis for Natural-Fiber-Reinforced-Plastic (NFRP) Composites, in particular, is shown.

Mi. 9:20 3F

Numerische Akustik 1

Comparison of edge diffraction simulation methods with measurements from a scaled noise barrier model

A. Pohl^a und D. Schröder^b

^a*HafenCity Universität Hamburg*; ^b*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Today, acoustic simulation methods based on geometrical acoustics are well established in room and city acoustics, but edge diffraction, as an important wave phenomenon, is often neglected or poorly modeled due to its complexity. However, there exist several methods for the simulation of edge diffraction with methods of geometrical acoustics. They all work well in simple test scenarios, but still miss an evaluation for more complex scenarios due to the lack of available measurement data.

In this contribution, real measurements of a scaled noise barrier model are used to validate deterministic, stochastic and hybrid approaches of edge diffraction simulation methods and results are discussed to find out the advantages/disadvantages of each method. The measurement data for the noise barrier scale model, together with geometrical models and material data, are freely available on openMeasurements.net, which make our results comparable to that of other simulation algorithms in the future.

Mi. 9:45 3F

Numerische Akustik 1

Qualitätsbewertung von Modellen mittels Unsicherheitsanalysen für die wellengestützte Strukturüberwachung

C. Schaal und M. Hanss

IAM, Universität Stuttgart

Zur mathematischen Beschreibung von Systemen mit epistemischen Unsicherheiten, insbesondere durch getroffene Idealisierungen und Vereinfachungen während des Modellierungsprozesses, eignen sich Modelle mit unscharfen Parametern. Besonders in Verbindung mit der inversen Fuzzy-Arithmetik können verbleibende Unsicherheiten in den Modellparametern nach der Anwendung gängiger Identifizierungsverfahren bestimmt werden. Dadurch wird es einerseits möglich Rückschlüsse auf gezielte Verbesserungen in der Modellierung und andererseits ein Qualitätsvergleich zwischen Modellen zu erhalten.

Der präsentierte Bewertungsansatz wird auf verschiedene Modelle zur Beschreibung der Wellenausbreitungsphänomene in gekoppelten Wellenleitern angewendet, wie sie etwa bei der Überwachung von Seilstrukturen (Hochspannungsleitungen, Spannseile an Brücken) durch Ultraschallwellen eingesetzt werden. Da die gewählten energiebasierten Beschreibungen erhebliche Vereinfachungen einschließen, um das Ausbreitungsverhalten der Ultraschallwellen in den Wellenleitern und insbesondere auch deren Kopplung effizient simulieren zu können, ist die Bewertung der Modellgüte von entscheidender Bedeutung.

Mi. 10:10 3F

Numerische Akustik 1

Beschleunigung von Multifrequenz-FE-Analysen durch die Verwendung von Gleichungslösern mit ‚Subspace Recycling‘

J. Biermann und O. von Estorff

TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung

Die Lösung der Helmholtzgleichung zur Simulation akustischer Fragestellungen kann auf verschiedene Weisen erfolgen. Ein Zugang ist die Diskretisierung und Lösung dieser Differentialgleichung im Kontext der FEM (für Innenraumprobleme) bzw. der IFEM (für Außenraumprobleme). Dieser führt auf eine Sequenz linearer Gleichungssysteme, wobei die Systemmatrix, und in aller Regel die rechte Seite, eine Funktion der Frequenz ist. Das Standardvorgehen zur Lösung einer solchen Folge von Gleichungssystemen ist die unabhängige Behandlung der einzelnen Systeme mittels iterativer Krylov-Unterraum-Verfahren, wie GMRES oder BICGSTAB. Diese Verfahren generieren jedoch bei jedem zu lösenden Gleichungssystemen Unterräume, die weitestgehend invariant gegenüber den entsprechenden Veränderungen der Systemmatrix bei fortschreitender Frequenz sind. Werden diese Unterräume geschickt wieder verwendet, so führt dies in der Regel zu einer erheblichen Konvergenzbeschleunigung und damit zu einer deutlichen Reduzierung des numerischen Aufwands. Der Beitrag befasst sich mit zwei Methoden, die es ermöglichen, invariante Unterräume zu identifizieren und effizient in einen iterativen Lösungsprozess zu integrieren. Numerische Beispiele veranschaulichen den signifikanten Rechenzeitgewinn im Falle eines solchen Vorgehens.

Sitzung „Numerische Akustik 2 - Methoden“

Mi. 14:00 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Akustische Greensche Funktionen im Zeitbereich über unendlichen Ebenen

M. Ochmann

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Greensche Funktionen bilden ein wesentliches Element der akustischen Boundary-Elemente-Methode (BEM) im Frequenzbereich. Sie

bilden den Kern der zugrunde liegenden Integralgleichungen. Im unbeschränkten, dreidimensionalen Raum nimmt die Greensche Funktion im Frequenz- und im Zeitbereich eine sehr einfache Form an. In Halbräumen, die im Frequenzbereich durch eine unendliche Halbebene mit zugehöriger Impedanzrandbedingung beschrieben werden, läßt sich für die Greensche Funktion eine Integraldarstellung finden. Der Inhalt der vorliegenden Arbeit besteht nun darin, auch im Zeitbereich möglichst einfache Lösungen für die Greensche Funktion bzw. für die Impulsantwort über unendlichen Ebenen mit Randbedingungen, die über den schallharten oder schallweichen Fall hinausgehen, herzuleiten. Die Kenntnis derartiger Impulsantworten ermöglicht es, effektive Formulierungen einer akustischen BEM im Zeitbereich über Böden mit allgemeinen Randbedingungen aufzustellen.

Mi. 14:25 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Teilanalytische Lösung der Integrale der Randelemente-Methode mit numerisch bestimmter Greenscher Funktion für geschichtete anisotrope Medien

H. Waubke, W. Kreuzer und G. Rieckh

Institut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften

Ein Problem der direkten Randelemente Methode sind die singulären Integrale, wenn die Greensche Funktion nur numerisch bestimmt werden kann. Die numerische Bestimmung der Spannungen und Verformungen eines horizontal geschichteten anisotropen Mediums erfolgt mittels diskreter Fourier Rücktransformation über die horizontalen Koordinaten. Ist nur in einer Ebene (yz) eine veränderliche Geometrie vorgegeben, wie man dies bei Eisenbahntunneln annehmen kann, so kann man die Randelemente Methode im transformierten Raum über die verbleibende Koordinate (x) durchführen. Dazu benötigt man eine modifizierte Version des Plancherelschen Satzes. Es verbleibt somit die numerische Rücktransformation über die verbleibende horizontale Koordinate (y). Führt man die Randelemente Methode als kollokative Methode ein, so kann man das Integral über das Element und das Integral der Fourier Rücktransformation vertauschen und ersteres analytisch lösen. Eventuelle Singularitäten entfallen und es verbleibt nur das unendliche Integral der ursprünglichen Fourier Rücktransformation, wobei der Integrand gegenüber der ursprünglichen Funktion mittels einer sinc Funktion abgeschwächt wird. Somit lässt sich das Integral besser numerisch bestimmen als die ursprünglich notwendige Fourier Rücktransformation. Als letzter Schritt ist für die Ergebnisse der Randelemente Methode noch die Fourier Rücktransformation über die verbleibende Koordinate (x) durchzuführen.

Mi. 14:50 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Comparison of PML and ABC Formulations for Computational Acoustics in Unbounded DomainsM. Kaltenbacher^a und I. Shevchenko^b^a*Alps-Adriatic University of Klagenfurt*; ^b*TU Munich, Numerical Analysis*

One of the great challenges for wave propagation is the efficient and stable computation of wave in unbounded domains. Since the beginning of the eighties of the last century, several numerical techniques have been developed to deal with this topic: infinite elements, Dirichlet-to-Neumann operators based on truncated Fourier expansions, absorbing boundary conditions, etc. The advantages and drawbacks of these different approaches have been widely discussed in literature, see, e.g. [1]

We consider the second order wave equation in an unbounded domain and propose a recently developed perfectly matched layer (PML) technique for its efficient and reliable simulation. Furthermore, we consider the second order Engquist-Majda absorbing boundary condition, which we incorporated into the weak formulation of the acoustic wave equation in terms of Lagrange multipliers. In doing so, we concentrate on time and frequency domain formulations and use the Finite-Element (FE) method for the efficient numerical solution of the wave equation. Based on several numerical examples, we will present a comparison of PML and ABC formulations.

[1] D. Givoli, Computational absorbing boundaries, Computational Acoustics of Noise Propagation in Fluids (S. Marburg and B. Nolte, eds.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008, pp. 57-88.

Mi. 15:15 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Simulation of the acoustical behavior of reverberant rooms by means of the fast multipole BEM

P. Rong

TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung

In many practical applications the sound transmission loss of a wall or a panel is one of the most important acoustical properties. Its determination, however, often requires time consuming and expensive experimental studies. To provide a more efficient method to investigate this acoustical property, a numerical model based on the measurement procedure has been established by using a finite/infinite element method. In the measurement of the sound transmission loss a diffuse field is often used as acoustical source that is supposed to be generated in a reverberant room. Such a room often exhibits a large volume to avoid resonances, which appears to be very difficult to model by FEM due to the huge number of elements that were needed. Therefore, in this contribution the fast multipole BEM is employed to calculate the sound field in a reverberant room. The results are then verified by a analytical model of the diffuse field, a so-called "plane wave model" proposed by Boaz Rafaely [J. Acoust. Soc. Am. 107 (6), 2000]. Furthermore the sound transmission

loss of a simple plate is predicted with the help of those two models and validated by experiments.

Mi. 16:05 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Anwendung der Dual Surface Methode in der transienten Randelementemethode

M. Stütz^a, M. Ochmann^b und M. Möser^a

^aTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik; ^bBeuth Hochschule für Technik Berlin

Das Randelementeverfahren im Zeitbereich (TD-BEM) ist ein viel versprechender Ansatz zur Simulation transienter Probleme. Bei BEM Rechnungen im Frequenzbereich ist der Einfluss der Innenraummoden ein bekanntes Problem (Nonuniqueness Problem). Bekannte Lösungsansätze sind die Burton-Miller Methode und die CHIEF-Methode von Schenk. Der Ansatz der CHIEF-Methode für die TD-BEM wurde auf der letzten DAGA vorgestellt. Der Einfluss der Innenraummoden auf die Schallabstrahlung konnte mit der CHIEF Methode erfolgreich minimiert werden. Ein ähnlicher Ansatz ist die Dual Surface Methode. Hierbei wird eine zusätzliche "Oberfläche" erstellt, welche im inneren der Struktur etwas unterhalb der eigentlichen Oberfläche liegt. Auf der inneren "Oberfläche" wird als Randbedingung der Schalldruck zu Null gesetzt. Das resultierende Oberflächenintegral, multipliziert mit einem Kopplungsfaktor, wird dann zu dem eigentlichen Oberflächenintegral addiert. Im Gegensatz zur CHIEF-Methode erhält man kein überbestimmtes System, welches aufwendig iterativ gelöst werden muss. Die Vor- und Nachteile der beiden Methoden werden gegenübergestellt.

Mi. 16:30 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Ein iteratives Optimierungsverfahren für akustische Anwendungen basierend auf der Methode der Topologiederivate und der Randelemente

S.C. Beck^a, A. Sisamon^b, S. Langer^a und A.P. Cisilino^b

^aTU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik; ^bINTEMA, Universidad Nacional de Mar del Plata - CONICET (ARG)

Bei der Prognose von Schallausbreitung hat die Gestalt von Objekten, die sich innerhalb des Untersuchungsgebietes befinden, eine wesentliche Bedeutung. Ein Beispiel dazu sind Schallschutzbauwerke wie Lärmschutzwände oder -wälle. In dieser Arbeit wird eine Methode vorgestellt, die dazu dient, die Gestalt von solchen Objekten zu optimieren. In einem iterativen Prozess wird dafür der Ansatz der Topologiederivate (engl. *topological derivative*) mit der Randelementemethode (BEM) kombiniert. Zunächst wird dazu die Zielfunktion in einem entsprechenden Gebiet vorgegeben, eine Startkonfiguration des Objektes mit Randelementen und das umgebende Gebiet durch ein regelmäßiges Punktegitter diskretisiert. Innerhalb dieses Planungsraumes wird die optimierte Gestalt des Objektes durch den iterativen Prozess ermittelt.

Dazu identifiziert das Topologiederivat diejenigen Stellen, um die der Körper erweitert werden muss, um möglichst wirkungsvoll die Zielfunktion zu erreichen, indem eine direkte Randwertaufgabe (Vorwärtsrechnung) und eine adjungierte Problemstellung gelöst werden. Erstere wird mittels direkter BEM für Akustik im 2D-Bereich bestimmt, letztere durch eine Rückwärtsberechnung unter Verwendung der Werte der Zielfunktion. Die Gestalt des Objektes baut sich in iterativen Schritten solange auf, bis ein Abbruchkriterium erreicht ist.

Gezeigt werden Beispiele, die das Leistungsvermögen des vorgestellten Ansatzes demonstrieren.

Mi. 16:55 3F

Numerische Akustik 2 - Methoden

Vorkonditionierung von Fast-Multipole-Verfahren zur Lösung akustischer Streu- und Innenraumprobleme

C. Steuck, R. Burgschweiger, R. Piscoya und M. Ochmann

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Wir betrachten eine Multi-Level-Fast-Multipole-Methode zur Lösung der Randintegralformulierung der Helmholtzgleichung für dreidimensionale akustische Streuprobleme an komplexen Streukörpern. Untersucht wird der Einsatz von Vorkonditionierern in Verbindung mit dem iterativen GMRES-Verfahren (kurz für: Generalized minimal residual method). Die Vorkonditionierung mit der Nahfeldmatrix der Fast-Multipole-Methode und mit einer Matrix, die sich aus einer variablen Nahfeldgröße ergibt, wird verglichen bezüglich der Anzahl der Iterationen und der benötigten Rechenzeit. Ferner kann die Invertierung der für die Vorkonditionierung verwendeten Konditionsmatrix mit Hilfe einer unvollständigen LU-Zerlegung vereinfacht werden. Mit Vergrößerung des Nahfeldes steigt der Aufwand für die Vorkonditionierung, dafür sinkt die Anzahl der Iterationen des GMRES-Verfahrens. Ähnliches gilt für den Grad der unvollständigen LU-Zerlegung, der durch die "drop tolerance" des Dekompositionsverfahrens gegeben ist. Es ergeben sich Werte für Nahfeldgröße und Grad der inkompletten LU-Zerlegung, für die die Gesamtlösezeit minimal wird. Betrachtet wird die Lage der Minima in Abhängigkeit von der Frequenz, von den Abmessungen der Streukörper und von der Elementgröße. Schließlich werden auch weitere iterative Lösungsverfahren wie BCG und CGS mit GMRES im Hinblick auf Rechenzeit und Konvergenzgröße verglichen.

Sitzung „Numerische Verfahren“

Mi. 8:30 3C

Numerische Verfahren

Predicting the Effect of Engine Structural Design Changes on Radiated Noise for Full Frequency Spectrum

D. Blanchet und A. Caillet

ESI, Munich

In recent years, low and mid frequency analysis of engine has shown that many design decisions influenced negatively the acoustic performance of engines. To counteract this problem, design engineers have started to design engine covers that actually reduce the noise radiated before it gets too far from the engine. These methods basically modify the path the noise would take to get to a vehicle occupant's ear. Another approach is to modify the design of the engine construction itself in order to reduce the noise generated at the source. This paper presents a method to predict radiated noise from an engine for the full frequency domain of analysis (0-10000 Hz). This approach combines the Finite Element Method (FEM) to represent the structure and its load cases and the new Fast Multipole Boundary Element methods (FMM-BEM) to represent the fluid surrounding the engine. This approach allows engineers to add acoustics to their existing structural predictions and investigate the effect on radiated sound power of modifying the structure, adding beads, adding damping treatment or acoustic covers in the vicinity of an engine. Typical engine noise radiation results with these changes along with cases with and without acoustic covers are presented and discussed.

Mi. 8:55 3C

Numerische Verfahren

Design of Acoustic Insulation in Ships Based on Predictive vibro-acoustic Models

D. Blanchet und A. Caillet

ESI, Munich

The marine industry has used empirical models to predict transfer functions between source locations and noise sensitive cabins extensively in the past. These empirical methods work well for standard construction types, material and small number of cabins. Today's tendencies are to use complex construction methods, exotic material such as composite and built larger and larger yachts with cabin layouts and numbers not easily represented in an empirical way. This paper presents an approach to build predictive vibro-acoustic models for full frequency analysis (0-10 000 Hz). The approach makes use of several modeling methods and coupling such as FEM (Finite Element Method), FMM-BEM (Fast Multipole Method- Boundary Element), SEA (Statistical Energy Analysis) and "FE/SEA Coupled" to represent the yacht structure, the interior cabin and tank acoustic cavities and the exterior fluid loading and underwater radiation. This approach also permits the representation of the acoustic insulation and the optimization of its content to achieve required targets

while reducing mass and insulation cost. This paper also discusses the source models to be used to represent the airborne, structureborne and waterborne contribution of major excitations. This approach is applied on a 70m luxury yacht where the vibro-acoustic concepts are discussed and illustrated.

Mi. 9:20 3C

Numerische Verfahren

Discontinuous Galerkin (DG) Verfahren höherer Ordnung für nicht-lineare Erhaltungsgleichungen

C. Henke

ATLAS - Elektronik GmbH

Viele Fragestellungen aus der Akustik führen auf ein nichtlineares, hyperbolisches Differentialgleichungssystem erster Ordnung (Euler Gleichungen). Bei der Konstruktion von entsprechenden Diskretisierungsverfahren ist es hilfreich die auftretenden Schwierigkeiten Nichtlinearität und Kopplung des Systems getrennt voneinander zu betrachten.

In diesem Vortrag wird ein DG Verfahren für ein nichtlineares skalares Erhaltungsgesetz auf beschränkten Gebieten vorgestellt. Aufgrund der Nichtlinearität besteht die Gefahr, dass unterschiedliche Folgen von Gittern zu unterschiedlichen Lösungen konvergieren. Die gewünschte Konvergenz gegen eine eindeutige Lösung kann garantiert werden, wenn die diskrete Lösung ein starkes Stabilitätskriterium erfüllt und in einem gewissen Sinne konsistent mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ist. Der in diesem Zusammenhang erforderliche Stabilitätsbegriff erfordert die gleichmäßige Beschränktheit der L^{∞} -Norm bzgl. der Zeit- und Raumvariablen und unterdrückt ein übermäßiges Oszillieren der numerischen Lösung.

Berichtet wird über die zentrale Konstruktionsidee und über ein neues Ergebnis, dass die angesprochene Stabilität auch für DG Verfahren höherer Ordnung garantiert.

Mi. 9:45 3C

Numerische Verfahren

Akustische Simulation von Wellendurchgang und -reflexion an ausgedehnten Platten

W. Sachs

ATLAS - Elektronik GmbH

Für die Entwicklung von Wandlersystemen ist es vielfach erforderlich, das Transmissions- und Reflexionsverhalten spezifischer Materialien wie zum Beispiel Kunststoffe zu kennen. Im allgemeinen sind die zugrunde liegenden akustischen Materialparameter nicht hinreichend genau bekannt. Ein Weg, diese Daten zu bestimmen, besteht darin, Transmission und Reflexion an Platten des betreffenden Materials zu messen und anschließend mit analytischen oder numerischen Modellen eine Anpassung der Materialparameter (Wellengeschwindigkeit, Verlustfaktor) vorzunehmen. Hierbei besteht jedoch die Schwierigkeit, daß aufgrund

der endlichen Ausdehnung der Plattenaufbauten Beugungseffekte auftreten, die die Meßergebnisse verfälschen, wenn der Auswertzeit zu groß gewählt wird. Im Gegensatz zu FEM-Simulationen im Frequenzbereich können FEM-Simulationen im Zeitbereich den Meßvorgang simulieren und den Übergang von direkter Transmission/Reflexion bis zum stationären, von Kanteneffekten beeinflussten Schwingungszustand abbilden. Auf diese Weise können sowohl Meßdaten bewertet werden als auch Anpassungen der Materialparameter durchgeführt werden.

Mi. 10:10 3C

Numerische Verfahren

Windnoise: Coupling CFD or Test Data to Full Vehicle Vibro-Acoustic Models

D. Blanchet und A. Caillet

ESI, Munich

Windnoise has become in recent years a significant contributor to perceived noise inside cars. This paper presents three different coupling approaches to couple CFD (Computational Fluid Dynamic) or wind tunnel test data to a vibro-acoustic model of a vehicle. The first method proposes the extraction of Corcos parameters such as convection velocity, convection wavenumbers and spatial correlation decay coefficients from test or CFD data. These Corcos parameters are then used to excite SEA (Statistical Energy Analysis) panels such as a windshield, side glass, roof or floor panel. The second method proposes the same Corcos parameters extraction which is applied to a FEM (Finite Element Method) panel. Finally, the third method directly uses CFD data to excite a FEM panel. In this latter case, the pressure fluctuation converted and projected onto the modes of the FEM plate providing a more deterministic representation of the turbulent pressure spatial distribution onto the panel. To illustrate these approaches, a side glass CFD computation is performed at different free stream flow velocity and the three coupling approaches are applied to obtain the SPL (Sound Pressure Level) inside a full vehicle vibro-acoustic model. Results are presented, discussed and compared with existing empirical methods.

Sitzung „Numerische Optimierung in der Akustik“

Mi. 14:00 3C

Numerische Optimierung

Nutzung numerischer Optimierungsmethoden für die Verbesserung gekoppelter Fluid/Struktur-Analysen von Gesamtkraftfahrzeugmodellen

C. Schedlinski^a, C. Arzul^b, K. Bohnert^c, D. Clasen^d, C. Glandier^e und A. Irrgang^f

^aICS Engineering GmbH; ^bAudi AG; ^cPorsche AG; ^dVolkswagen AG;

^eDaimler AG; ^fBMW AG

Um treffsichere Aussagen über das akustische Verhalten im Innenraum von Kraftfahrzeugen zu erhalten, ist, neben der genauen Kenntnis der

Massen, Dämpfungen und Steifigkeiten der Struktur selber, auch eine ausreichende Kenntnis des Absorptionsverhaltens erforderlich.

In dieser Veröffentlichung werden verschiedene Anwendungsbereiche für numerische Optimierungsmethoden gezeigt, die sowohl eine Verbesserung der strukturmechanischen Steifigkeits-, Dämpfungs- und Masseeigenschaften, als auch der akustischen Absorptionseigenschaften von Trim-Komponenten ermöglichen. Die Anwendung wird dabei am Beispiel einer Rohkarosserie mit Anbauteilen demonstriert, welche im Rahmen des Arbeitskreises 6.1.19 "Strukturoptimierung Akustik" der deutschen Automobilindustrie untersucht wurde. Ziel des Arbeitskreises ist es, eine Weiterentwicklung der FEM-Simulation in der Fahrzeugakustik zu erreichen, wobei insbesondere Strategien zur generellen Verbesserung der Prognosegüte der eingesetzten Berechnungsmodelle für akustische Anwendungen entwickelt werden sollen.

Mi. 14:25 3C

Numerische Optimierung

Anwendung der Boundary-Elemente-Methode und der numerischen Optimierung zur Auslegung einer Beugungskante mit Helmholtz-Resonatoren für Lärmschutzwände

O. Zaleski^a, A. Bockstedte^a, O. von Estorff^b und M. Auerbach^c

^aNovicos GmbH; ^bTU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung; ^cBundesanstalt für Straßenwesen

Der Entwurf und die Auslegung möglichst effizienter Schallschutzwände beschäftigt schon seit langer Zeit ihre Hersteller und Entwickler. Dabei wird bei den bisher verwendeten Schallschutzwänden in der Regel das ganze Frequenzspektrum möglichst gleichmäßig gedämpft und man beschränkt sich hinsichtlich der Steigerung der akustischen Schutzwirkung auf absorbierende Oberflächen sowie die ausreichende Bauhöhe. Mit Hilfe eines Aufsatzsystems, d.h. einer speziell ausgebildeten Beugungskante, in die verschiedene Helmholtz-Resonatoren integriert sind, kann die Schallbeugung an der Schallschutzwand gezielt modifiziert und die erzielte Lärminderung erheblich gesteigert werden. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie unter Anwendung der BEM-Modelle und der numerischen Optimierung eine auf den spezifischen Lkw-Lärm einer Schnellstraße angepasste Ausführung von Lärmschutzwänden mit Beugungskante aus Helmholtz-Resonatoren ausgelegt werden kann. Ein abschließend diskutierter Vergleich der gemessenen und der berechneten Ergebnisse bestätigt die Effektivität der gewählten Methodik und der erarbeiteten Lösung.

Mi. 14:50 3C

Numerische Optimierung

Angepasstes numerisches Simulationskonzept zur vibroakustischen Optimierung von Faserverbundpropellern mit integrierten viskoelastischen ZwischenlagenM. Dannemann^a, W. Hufenbach^a, J. Friedrich^a und A. Paul^b^aTU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik; ^bHowaldtswerke-Deutsche Werft GmbH

Das ursprüngliche Auslegungsziel von Schiffs- und U-Boot-Propellern - die Erzeugung von Vorschub mit höchstmöglicher Effizienz - wird verstärkt zugunsten guter akustischer Eigenschaften modifiziert. Für diese geänderten Anforderungen bieten Faserverbundwerkstoffe aufgrund des in weiten Bereichen einstellbaren Eigenschaftsprofils ein hohes Potential. Die große Vielfalt faserverbundspezifischer Entwurfsvariablen wie etwa Faser-Matrix-Kombination und Verbundaufbau erfordert für eine zielgerichtete vibroakustische Auslegung leistungsfähige Optimierungsstrategien auf Basis effizienter Simulationsmodelle, die insbesondere das anisotrope Dämpfungsverhalten des Faserverbundwerkstoffes als auch die Wirkung hochdämpfender viskoelastischer Zwischenschichten im Verbundaufbau berücksichtigen müssen. Ausgangspunkt der Arbeiten ist daher die Anpassung des Formänderungsenergiekonzeptes für Faserverbundstrukturen mit viskoelastischen Zwischenschichten und dessen Umsetzung mit Hilfe kommerzieller Finite-Elemente-Software. Das eigens für einen abstrahierten Faserverbundpropeller erarbeitete Optimierungsszenario enthält neben den faserverbundspezifischen Entwurfsvariablen des Lagenaufbaus (u.a. Faserwinkel) auch wesentliche Eigenschaften der viskoelastischen Zwischenschicht (etwa Dicke und Position im Verbundaufbau). Die Restriktionen umfassen etwa die Begrenzung der Werkstoffanstrengung nach dem "max-stress"-Kriterium. Das Optimierungsziel bildet zum einen die Maximierung des modalen Verlustfaktors ausgewählter Eigenformen und zum anderen die Minimierung des abgestrahlten Schalls. Für die Abschätzung der abgestrahlten Schalleistung wurde das Integral der Oberflächen-schnellen in Luft berechnet und herangezogen. Mit Hilfe der durchgeführten Optimierungsstudien sind Richtlinien zur dämpfungs- und abstrahlungsgerechten Auslegung von Faserverbundpropellern erarbeitet worden, die eine Ausnutzung des vibroakustischen Potentials von Faserverbundwerkstoffen ermöglichen.

Mi. 15:15 3C

Numerische Optimierung

Akustisch optimiertes Leiterbahnlayout aktiver SchalenstrukturenJ. Tschesche^a, M. Ibis^b, C. Thyse^a, S. Herold^c, J. Bös^d, P. Groche^b und H. Hanselka^c^aLOEWE-Zentrum AdRIA, Fachgebiet SzM, TU Darmstadt; ^bLOEWE-Zentrum AdRIA, Fachgebiet PTU, TU Darmstadt; ^cFraunhofer-Institut LBF, Darmstadt; ^dTU Darmstadt, SzM

Die Schallabstrahlung flächiger Strukturen kann mit aktiven Materialien, wie beispielsweise Piezokeramiken, gezielt reduziert werden. Für den Informations- und Energiefluss zwischen aktiven Materialien und der nötigen Regelungstechnik und Leistungselektronik sind elektrische Leiter nötig. Bisher wurden die aktiven Materialien über dünne Drähte angeschlossen, und eine weitere Funktionsintegration der elektrischen Leiter wurde nicht berücksichtigt. Durch moderne Umformverfahren können nun sowohl Leiter als auch Sensorik und Aktorik auf den Trägerblechen vor dem Umformprozess appliziert werden. Das ermöglicht die Fertigung eines aktiven Strukturbauteils in nur einem Umformprozess. Die Forderung nach vollständiger Funktionsintegration und Effizienz eines aktiven Strukturbauteils macht in diesem Zuge neben der optimierten Positionierung der aktiven Komponenten auch eine Optimierung von Leiterbahnen und Anschlüssen nötig. Dabei können sowohl das Material der Leiter variiert als auch deren Stärke und das Layout so optimiert werden, dass die Schallabstrahlung reduziert wird. Diese Arbeit zeigt exemplarisch Möglichkeiten und Grenzen der Einflussnahme auf die Schallabstrahlung durch das Leiterbahnlayout eines aktiven Bauteils am Beispiel einer Schalenstruktur.

Mi. 16:05 3C

Numerische Optimierung

Untersuchungen zur numerischen Optimierung von verteilten Tilgersystemen

J. Pöllmann, S. Herold und D. Mayer

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

In vielen Antrieben und Maschinen treten im Betrieb unerwünschte Schwingungen auf. Wenn eine Isolation dieser Quellen nicht ausreichend möglich ist, bietet sich die Verwendung von Tilgern zur Kompensation der Schwingungen an, wobei diese dann auf die Erregerfrequenzen abgestimmt werden. Eine größere Maschine kann nicht mehr als einfaches Feder- Masse-System angesehen werden. Vielmehr stellt sie eine elastische Struktur dar, die zudem über verteilte Kräfte angeregt wird. Daher stellt sich die Aufgabe, optimale Anbringungspunkte für Tilger zu finden, wobei häufig mehrere auf der Struktur zu verteilen sind. Darüber hinaus sind im Allgemeinen Restriktionen hinsichtlich der zusätzlichen Masse der Tilger zu beachten, weshalb auch eine Verteilung dieser Masse auf die verschiedenen Tilger zu betrachten ist. In dieser Arbeit werden anhand eines vereinfachten dreidimensionalen Strukturmodells Lösungsmöglichkeiten für diese Aufgabenstellungen mit Hilfe

numerischer Optimierungsverfahren untersucht. Dazu wird zunächst ein reduziertes Zustandsraummodell der Struktur erstellt, welches Kräfte und Geschwindigkeiten an möglichen Tilgerpositionen als Ein- und Ausgangsgrößen enthält. Die applizierten Tilger werden danach mit Hilfe einer regelungstechnischen Formulierung in das System eingefügt. Diese Systembeschreibung ermöglicht einerseits die Variation der Tilgerpositionen an diskreten Punkten und andererseits eine kontinuierliche Optimierung der Tilgerparameter. Dabei kann die durch die Tilger zusätzlich angebrachte Masse in Form einer Straffunktion berücksichtigt werden.

Mi. 16:30 3C

Numerische Optimierung

Design and Optimization of Multilayered Acoustic Trims

M. Kabel und H. Andrä

Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern

A numerical method for the optimal choice of material variants and of layer thicknesses is presented, which is used for the design of insulating boards without the usage of any prototypes.

The optimization method consists of three steps: (1) The possible varieties of microstructured materials are analysed by computer simulation on the microscale, i.e. a certain set of boundary value problems is solved on the fully resolved microstructure. A following homogenization procedure computes a characteristic set of effective acoustic material parameters. (2) A database of these precomputed characteristic material parameters is used for the calculation of the rated sound transmission loss (DIN EN ISO 717-1) by means of the transfer matrix method (TMM). (3) The optimization algorithm changes the thickness of the layers in (2) to increase the rated sound transmission loss.

A wide variety of materials can be taken into consideration: fibrous absorbers, open and closed cell foams, viscoelastic solids, porous or viscoelastic composites. For each type of material a specific adequate set of acoustic material parameters is chosen and computed in (1) by using finite volume and finite element schemes.

Mi. 16:55 3C

Numerische Optimierung

Schnelle Optimierung in der Strukturakustik

M. Ranjbar^a, S. Marburg^b und H.-J. Hardtke^c

^aIslamic Azad University, Pardis Branch, Iran; ^bUniversität der Bundeswehr München, Inst. für Mechanik; ^cTU Dresden, Institut für Festkörpermechanik

In dieser Arbeit wird eine Kombination aus einem kommerziell verfügbaren Finite-Elemente-Software-Paket und zusätzliche Programmen verwendet, um die Form der Finite-Elemente-Modell der Struktur zu optimieren. Dieser automatische Optimierungsprozess läuft so lange weiter, bis eine vorgegebene maximale Anzahl der Bewertungen von der Zielfunktion erreicht ist. Entwurfsvariablen sind die lokalen Geometrieänderungswerte an ausgewählten Oberflächen Schlüssel-Punkte.

Das Ziel der Optimierung umfasst die Minimierung der Effektivwert der Schalleistungspegel. Der zulaessige Bereiche der Entwurfsvariablen sind begrenzt. Das Optimierungsverfahren wird auf der Finite-Elemente-Modell einer rechteckigen Platte aus Stahl erprobt. Es gibt drei einheitliche harmonische Anregungen auf die Oberflaeche der Platte. Acht Optimierung Methoden werden getestet. Die betrachte Optimierung Verfahren koenntn signifikante Verbesserungen der Ziel-Funktion erreichen. Die effektive Methoden der Optimierung umfasst Methode der beweglichen Asymptoten, Methode der zulaessige Richtungen und simuliert abkuehlung.

Sitzung „Aktive akustische Systeme“

Mi. 8:55 3B

Aktive akustische Systeme

AVC, ASAC oder ANC? Über ein einfaches Ersatz-Modell zum Vergleich aktiver Maßnahmen zur Lärminderung in der Flugzeugkabine

T. Kletschkowski und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Aktive Maßnahmen zur Lärminderung können hinsichtlich der verwendeten Sensorik und Aktorik klassifiziert werden. Wird die kinetische Energie einer schallabstrahlenden Struktur mit Hilfe struktureller Sensoren (z. B.: Beschleunigungsaufnehmer) bestimmt und durch geeignet angesteuerte strukturelle Aktoren (z. B.: elektro-dynamische Schwingungserreger) minimiert, spricht man von Active Vibration Control (AVC). Wird hingegen die abgestrahlte Schalleistung unter Verwendung akustischer Sensoren (meist Mikrophone) ermittelt und mit Hilfe struktureller Aktoren minimiert, spricht man von Active Structural Acoustic Control (ASAC). Maßnahmen, die sowohl akustische Sensoren als auch akustische Aktoren (z. B.: elektro-dynamische Lautsprecher) verwenden, sind als Active Noise Control (ANC) bekannt. Welches Konzept zu bevorzugen ist, hängt von der jeweiligen Problemstellung ab. Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die aktive Lärminderung in der Flugzeugkabine eines Propeller-Flugzeuges und schlägt ein einfaches Ersatz-Modell zur Abbildung der Vibro-Akustik vor. Dieses besteht aus diskreten Massen und Federn, mit deren Hilfe die elastischen Eigenschaften und die Trägheitseffekte von Struktur und eingeschlossenem Luftvolumen beschrieben werden. Die aus diesem Modell abgeleiteten Bewegungsgleichungen gestatten den qualitativen Vergleich der mit Hilfe von AVC, ASAC oder ANC erreichbaren globalen Pegelreduktion sowie den ebenfalls qualitativen Vergleich der benötigten Stellaufwände. Beide Fragestellungen werden am Beispiel des zweiten akustischen Quermodes diskutiert.

Mi. 9:20 3B

Aktive akustische Systeme

Vergroößerung der Ruhezone durch mehr Audiokomponenten eines Geschallsystems

I. Widjaja und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Eine Reduktion der Geräuschbelastung ist während des Schlafes erforderlich, um stressbedingte Gesundheitsschäden vorzubeugen. Die Zielsetzung besteht in der Schaffung einer ausgedehnten Ruhezone im Bereich des Kopfes einer Person. Für tief- und mittelfrequenten Lärm kann die aktive Schallreduktion passive Schallschutzmaßnahmen signifikant unterstützen. Zur Vergrößerung der Ruhezone wird die Anzahl der Audiokomponenten erhöht. Zunächst stellen 33 Lautsprecherpositionen eine Obermenge dar. Mikrophone sind in einem quaderförmigen Beobachtungsvolumen positioniert. Die Frequenzantworten zwischen jeder Lautsprecher- und Mikrophonposition wird gemessen. Als Zielgrößen werden die Anzahl der Lautsprecher und deren Positionen optimiert, um die größtmögliche mittlere Schalldruckpegelreduktion im Beobachtungsvolumen bei breitbandigem Störschall ($80 \text{ Hz} < f < 480 \text{ Hz}$) zu schaffen. Von den Mikrophonen fungieren einige als Fehlermikrophone. Die Anzahl der optimalen Lautsprecherpositionen entspricht stets der Anzahl der Fehlermikrophone. Abschließend wird die zu erwartende mittlere Schalldruckpegelreduktion messtechnisch verifiziert.

Mi. 9:45 3B

Aktive akustische Systeme

Antischallfenster - Erfahrungen mit einem realitätsnahen VersuchsaufbauA. Jakob^a, J. Peralta^b und M. Möser^a^a*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;* ^b*Universidad Austral de Chile, Instituto de Acustica*

In den vergangenen Jahren wurde an der TU Berlin an Doppelglasfenstern gearbeitet, in deren Scheibenzwischenraum Lautsprecher und Mikrofone eingebaut wurden. Die Lautsprecher wurden als Antischall-Lautsprecher genutzt, um das Schallfeld zwischen den Scheiben zu reduzieren. Durch diese Reduzierung des Hohlraumschallfeldes konnte der Schalldurchgang durch das Fenster vor allem im Bereich der Tonpilz-Resonanz deutlich verringert - also die Schalldämmung verbessert werden. Als Regelgröße dienten die ebenfalls im Hohlraum befindlichen Mikrofone. Die Versuchsaufbauten unterschieden sich von realistischen Fenstern vor allem durch den für den Einbau der Lautsprecher notwendigen - vergleichsweise großen - Scheibenzwischenraum. Aber auch die fehlende Mechanik, die so ein Öffnen oder Kippen des Fensters nicht zuließ, machte den Laboraufbau etwas realitätsfern. Nun wurde ein voll funktionsfähiges Dreh-Kipp-Fenster aus Holz angefertigt, dessen Rahmen- und Flügelprofile entsprechend der einschlägigen Fensternormen typische Abmessungen haben. Aufgrund des ebenfalls typischen Scheibenabstands von nur 16 mm müssen nun sehr kleine Lautsprecher

verwendet werden. Die Auswirkungen dieser kleinen Lautsprecher und die Auswirkungen des geringen Scheibenabstands werden im Vortrag diskutiert und mit den Ergebnissen der vorangegangenen Versuchsaufbauten verglichen. Dabei werden die Möglichkeiten und Grenzen von Antischallfenstern erkennbar.

Mi. 10:10 3B

Aktive akustische Systeme

Noise Control on Streets

J. Vogel

TU Hamburg-Harburg

Sitzung „Maschinendiagnose und Strukturüberwachung“

Mi. 14:00 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Die Interdisziplinarität der Maschinendiagnose

M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Kontrolle, Diagnose und Steuerung von Prozessen der Produktionstechnik, der Kraftübertragungs-, Getriebe- und Motorentchnik, der Bearbeitungstechnik, und vieler anderer maschineller Prozesse basiert vielfach auf Messungen akustischer Signale und entsprechender Beobachtungsgrößen. Diese Signale werden mit Prozessparametern korreliert und erlauben eine Rückführung auf die Lebensdauer und den Zustand von maschinellen Bauteilen und die Qualität maschineller Prozesse. Hier gibt es ein sehr großes Potenzial für innovative Lösungsansätze, die insbesondere durch Synergien mit den Fachgebieten der Sprach- und Bildverarbeitung, Akustik und Maschinendiagnose entstehen. In diesem Beitrag wird über eine Initiative berichtet, die versucht, diese Disziplinen zu bündeln. Ferner werden zwei Beispiele zur Anwendung in der Wälzlagerdiagnose ausgeführt, die Möglichkeiten und Grenzen der Signalverarbeitung illustrieren.

Mi. 14:25 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Zustandsdiagnose einer PMSM durch Ausnutzung von Körperschall und Stromverlauf

D. Franck, T. Herold und K. Hameyer

Institut für Elektrische Maschinen, RWTH Aachen

Durch die Zustandsdiagnose (Condition Monitoring) soll der aktuelle Systemzustand eines Prozesses erfasst werden. Dazu werden Signale mittels Sensoren aufgenommen und ausgewertet. Ein Kernpunkt in vielen Anwendungen ist die umrichter gespeiste elektrische Maschine. Der hier vorgestellte Ansatz zur Überwachung ihres Zustands ist die

Auswertung der Oberflächenschnelle des Gehäuses und des aufgenommenen Stroms hinsichtlich Abweichungen vom Sollzustand. Damit lassen sich beispielsweise Fertigungstoleranzen in der Magnetisierung, Exzentrizität oder abweichende Windungszahlen diagnostizieren. Weiterhin kann der Zustand der nachgeschalteten Applikation durch Auswertung der Drehmomentrückwirkung überwacht werden. Dieses Paper beschäftigt sich mit der Simulation von Abweichungen im System "elektrische Maschine". Eine Nachbildung von Zuständen mittels Simulationen hat den Vorteil, dass Algorithmen zur Auswertung und Diagnose offline erstellt, getestet, bewertet und angepasst werden können. Für die Diagnose von den verschiedenen Zuständen müssen angepasste Modelle erstellt werden, welche die hinreichende Nachbildung der relevanten Systemzustände ermöglicht. Der verfolgte Ansatz ist die Stützung analytischer Modelle durch Parameter, die aus Messungen oder Finite Elemente Berechnungen extrahiert werden. Dieses Vorgehen verbindet die schnelle Simulationsgeschwindigkeit von analytischen Ansätzen mit der Genauigkeit von numerischen Lösungsverfahren. Die Zustandsdiagnose beruht auf der Auswertung von strukturellen Schwingungen und elektrischen Strömen und Spannungen. Dazu werden die Modellebenen Feldberechnung, Elektrik und Mechanik betrachtet.

Mi. 14:50 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Schadensdiagnose an Zahnradprüfständen

M. Heider, B.-R. Höhn, M. Otto und J. Bihl

FZG TU München

Zahnflankenschäden können als Dauerschäden der leistungsübertragenden Zahnräder in Getrieben auftreten. Die Belastbarkeit der Zahnräder ist abhängig von eingesetzter Geometrie, dem Werkstoff und dem verwendeten Schmierstoff. An der Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau werden an zahlreichen Standardprüfständen Tragfähigkeitsversuche zu diesen Einflussparametern durchgeführt. Die Schadenserkenung erfolgt standardmäßig durch Sichtprüfung der Zahnräder. Zur präziseren Bestimmung des Zeitpunkts des Schadenseintritts werden seit einiger Zeit testweise Systeme zur Schwingungsüberwachung und darauf basierender Schadenserkenung eingesetzt. An der FZG liegt durch die zahlreichen fortlaufend durchgeführten Versuche eine breite praktische Datenbasis vor. Zudem liegt am Lehrstuhl breites Know-How in der Auslegung und Berechnung von Zahnrädern vor, das auch zur Schadenserkenung angewendet werden kann.

Mi. 15:15 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Schwingungsbasierte Maschinendiagnose an Vorschubachsen von Werkzeugmaschinen

F. Lindner, C. Brecher und W. Klein

Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen

Die Wettbewerbssituation im Werkzeugmaschinenbau sowie bei den Maschinenanwendern erfordert eine permanente Weiterentwicklung der eingesetzten Produktionsmittel und ihrer Peripheriekomponenten. Neben konstruktiven Optimierungsmaßnahmen und bedarfsgerechten Maschinenkonzepten hat sich der Einsatz von Diagnosetechniken zur Verfügbarkeitssteigerung von Produktionsanlagen sowie zur Steuerung der Prozessqualität deutlich erhöht. Ein Vorreiter auf diesem Gebiet ist die Automobilindustrie, welche die Hersteller von Werkzeugmaschinen immer häufiger dazu auffordert, Aussagen zu den Instandhaltungsbedingten Lebenszykluskosten und den zugehörigen technischen Eingangsgrößen zu treffen. Um diesen Anforderungen hinsichtlich hoher Verfügbarkeit gerecht zu werden, ist die Zustandsüberwachung ein geeignetes Instrument. Durch die Nutzung sensor- und steuerungsbasierter Signale und einer nachgeschalteten Signalerfassung, -analyse und -diagnose kann der Zustand hinsichtlich einer möglichen Schädigung der einzelnen Komponenten ermittelt werden. Trotz des gestiegenen und ständig steigenden Bedarfs konnten sich in der Praxis bislang aber nur wenige Maschinendiagnosesysteme bewähren. Die Ursachen begründen sich weniger in fehlenden technischen Messgrößen als vielmehr in den derzeit nicht vorhandenen, automatisierten Diagnoseverfahren. Darüber hinaus gestaltet sich die verlässliche und zugleich automatisierte Interpretation gewonnener Diagnosedaten aufgrund fehlender Kennwerte sowie unbekannter Grenzwerte häufig problematisch. Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der sensorbasierten Maschinendiagnose an Werkzeugmaschinen auf Basis von Schwingungssignalen und zeigt die Potenziale sowie die aktuellen Probleme auf.

Mi. 15:40 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Single Sensor Source Separation for Acoustical Machine DiagnosticsM. Spiertz^a, V. Gnann^a, P. Dietrich^b, J.-R. Ohm^a und M. Vorländer^b^a*Institut für Nachrichtentechnik, RWTH Aachen;* ^b*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Acoustical recordings in the context of machine diagnosis usually consist of a multitude of signal components. In order to analyze the individual components of the machine regarding their condition or even to detect faults it is advantageous to handle the signals separately according to their origin of generation. Generally these signals cannot be recorded separately. Additionally, in certain scenarios only a single sensor

signal is available. Therefore we propose single sensor source separation algorithms as preprocessing step for automatic machine diagnostic algorithms, e.g. level calculation, order analysis, or kurtosis. One of the promising methods for source separation is the non-negative matrix factorization (NMF). Its basic variant separates different acoustical events/sources. The basic NMF can be extended e.g. by separating all steady state signals from all transient signals. With such extensions, the NMF can be easily adopted to a wide range of separation tasks. In this contribution this algorithm is applied to a measured signal of an electrical machine, containing the superposition of a steady state motor noise signal and the transient signal of a defect bearing.

Mi. 16:30 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Potentiale integrierter Online-Simulation und Zustandsmessung für die Prognoseorientierte Maschinendiagnose

R. Baltes und P. Burgwinkel

Inst. für Maschinenteknik der Rohstoffindustrie, RWTH Aachen

An Anlagen von integrierten Produktionsketten, gerade in der Schwerindustrie, werden hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit gestellt, da in Folge eines Anlagenausfalls hohe Stillstandskosten durch Produktionsausfall auftreten können. Um die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen, damit die ungeplanten Stillstandskosten zu minimieren, können geeignete Instandhaltungsstrategien und die heute verfügbaren technischen Möglichkeiten genutzt werden. Am Institut für Maschinenteknik der Rohstoffindustrie der RWTH Aachen wird an der Entwicklung eines Analysewerkzeugs geforscht, dass die klassischen Methoden der sensorgestützten Zustandsüberwachung mit den Möglichkeiten der numerischen Simulation von Anlagenkomponenten in Echtzeit miteinander verknüpft, um damit bauteilspezifisch eine Restlebensdauer zu prognostizieren. Als Referenzanlage dient eine Brammenstauchpresse, deren Komplexität sowie die dort auftretenden hohen Belastungen die Möglichkeit bietet, erstmals eine online Echtzeitsimulation mit klassischen Methoden der Zustandsüberwachung zu kombinieren, um daraus ein Analysewerkzeug mit einem deutlichen Mehrwert zu entwickeln. Dabei werden wenige Messgrößen aufgenommen und mittels Simulation Belastungen an nicht erfassten Bauteilen berechnet. Diese berechneten Beanspruchungen werden mittels Klassierung ausgewertet und zur Restlebensdauerabschätzung genutzt. Die gewonnen Messdaten und Simulationsergebnisse werden mittels eines Condition Analysers ausgewertet und dienen zur Prognose und Planung von Instandhaltungsmaßnahmen.

Mi. 16:55 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Möglichkeiten der Maschinendiagnose mit UltraschallP. Holstein^a, D. Surek^b, H.-J. Münch^a und A. Tharandt^c^a*Sonotec Ultraschallsensorik Halle GmbH*; ^b*Hochschule Merseburg (FH), An-Inst. 'Pumpen- und Fluidtechnik'*; ^c*Steinbeis Transferzentrum Techn. Akustik und angew. Numerik*

Methoden der Technischen Akustik bilden ein wesentliches Gerüst der modernen Maschinendiagnose. In den letzten Jahren wurden die Messmethoden u. a. dadurch verbessert, dass eine größere Zahl von Sensoren (Messkanälen) simultan verwendet werden kann und eine größere Rechenleistung - auch in Echtzeit - zur Verfügung steht. Dabei werden Frequenzen im hörbaren Bereich (betriebsbedingte Anregungen und modale Schwingungen) angeregt und interpretiert. Es treten jedoch auch höhere Frequenzen auf, die durch verschiedenen Prozesse angeregt werden. Dabei können Vorgänge wie Reibung in Lagern, Kavitation, strömungsbedingte Turbulenzen, innere Materialreibungen, Reibungen an Kontaktstellen von Konstruktionen und Mikrorisse Schallemissionen hervorrufen, die bis in den Bereich von einigen Hundert kHz reichen. Diese Vorgänge haben in der Regel stochastischen Charakter. Im Beitrag wird an Beispielen dargestellt, dass die Diagnose bei höheren akustischen Frequenzen eine wertvolle Ergänzung der Technischen Diagnose darstellen kann und für spezielle Fragestellungen komplementäre Ergebnisse liefert. Es wird auch gezeigt, dass die Sensorik zur simultanen Erfassung nieder- und hochfrequenter Schwingungen geeignet ist.

Mi. 17:20 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Komplementäre Methoden der Strukturüberwachung und Möglichkeiten zur Vernetzung

H. Hanselka und D. Mayer

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Die Überwachung von technischen Strukturen auf Ermüdung und Schäden ist die Voraussetzung für eine zustandsbasierte Wartung. Dies ist zum Beispiel für sicherheitskritische Strukturen wie in Flugzeugen, oder bei schlecht zugänglichen Systemen wie Off-Shore Windenergieanlagen oder großen Brückenbauwerken interessant. Zusätzlich ermöglicht die kontinuierliche Überwachung die Ausnutzung von konstruktiven Reserven und somit neue Leichtbaukonzepte. Im Bereich der Strukturüberwachung (engl. Structural Health Monitoring, SHM) werden verschiedene Methoden entwickelt. In dieser Arbeit werden drei Konzepte gegenübergestellt, die auf unterschiedlichen Sensorsystemen, Messverfahren und Auswertelgorithmen beruhen: Die Überwachung der mechanischen Belastungen, die Analyse von Strukturvibrationen, sowie die Anwendung hochfrequenter Ultraschallwellen. Anhand von Beispielen zeigt sich, dass jeweils begrenzte und unterschiedliche Aussagen über den Zustand der Struktur möglich sind. Durch die Kombination der einzelnen

Methoden zu einem übergreifenden SHM-System können sich die einzelnen Analysen aber sinnvoll ergänzen, ein genaueres Urteil über den Zustand der Struktur ermöglichen und die Zuverlässigkeit des Systems erhöhen. Weiterhin wird anhand der untersuchten Beispiele die Möglichkeit diskutiert, solche umfassenden Überwachungssysteme für komplexe Strukturen durch Netzwerke intelligenter Sensoren (Smart Sensor Networks) zu realisieren.

Mi. 17:45 3B

Maschinendiagnose und Strukturüberwachung

Strukturüberwachung an luftfahrtkonformen CFK-Platten

M. Lilov, M. Kauba, D. Mayer und T. Melz

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Der Einsatz von Strukturüberwachungssystemen (Structural Health Monitoring - SHM) wird gegenwärtig aufgrund der ständig wachsenden Weltwirtschaft, den demzufolge immer knapper werdenden Ressourcen, der Sicherstellung der Betriebszuverlässigkeit sowie der angestrebten Minimierung der Instandhaltungskosten ein unentbehrliches Teil des Gesamtsystems Luftfahrtgerät. In der Praxis gibt es eine Vielfalt von Überwachungssystemen für Flugzeugbauteile. Manche Inspektionssysteme sind sehr aufwendig einzusetzen und erfordern einen hohen Erfahrungsgrad des Anwenders, andere nehmen sehr viel Zeit in Anspruch oder sind sehr teuer. Das Hauptziel unter Beachtung der erwähnten Aspekte ist der Aufbau eines einfachen, zuverlässigen und kostengünstigen Strukturüberwachungssystems.

In diesem Beitrag werden zwei Strukturüberwachungsmethoden, das Breitbandige Ultraschallerregung Verfahren (BU) und das Elektromechanische Impedanz Verfahren (EMI), unter Laborbedingungen untersucht. Als Versuchsobjekte werden luftfahrtkonform gefertigte CFK Platten verwendet. In einem Compression After Impact Test werden die beiden SHM-Methoden angewandt, wobei zur Untersuchung des BU zwei und zur Untersuchung des EMI nur ein flächiger piezokeramischer Energiewandler eingesetzt werden. Während einer zweistufigen Untersuchung, nach Einbringen eines Schlagschadens und während der Kompression, konnte die CFK-Struktur erfolgreich überwacht werden.

Die durchgeführten Arbeiten zeigen, dass sich die untersuchten SHM-Methoden gut für die Überwachung von Flugzeugstrukturen eignen. In Folgearbeiten wird weiterhin die Umsetzung der untersuchten Methoden in Form einer kompakten Hardwareumsetzung des SHM-Systems untersucht.

Sitzung „Physik der Musikinstrumente“

Mi. 8:30 2B

Physik der Musikinstrumente

Der Wirbelschall bei der Flöte im Kontext relevanter Experimente

A. Bamberger

Physikal. Institut der Albert-Ludwig-Universität Freiburg

Die Querflöte zeichnet sich unter den Lippenblasinstrumenten durch einen großen Tonumfang und einen grossen dynamischen Bereich aus. In einem Modellaufbau wird die Particle Image Velocimetry als eine effektive Methode der Messung von Geschwindigkeitsfeldern im Bereich der Embouchure eingesetzt. Sie erlaubt die Messung der detaillierten Jetgeschwindigkeit, damit der Vortizität und des akustischen Feldes. Diese Größen gehen als Faktoren in die Wirbelschalleistung nach M. Howe (1976) ein. Der physikalische Effekt beruht auf der Corioliskraft eines bewegten Wirbels, welcher in dem lokalen akustischen Feld eine Leistung erzeugt. Bei einer Frequenz von 1.2 kHz ergibt sich eine ungefähre Übereinstimmung mit der abgestrahlten Leistung im Fernfeld. Eine wesentliche Beobachtung ist die kohärente Überlagerung zweier Scherschichten des Jets im Bereich zwischen Lippenöffnung und Labium. Die daraus abgeleitete effektive Vortizität wechselwirkt mit dem lokalem akustischen Feld und führt zu einer positiven Leistung. Das Resultat wird anhand bekannter Experimente/Simulationen zum Wirbelschall, auch aus dem Bereich der Strömungsdynamik diskutiert

Mi. 8:55 2B

Physik der Musikinstrumente

Einfluss von Geometrievariationen auf die Impedanz von Blasinstrumenten

J. Baumgart und T. Grothe

TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik

Die hohe Sensitivität des Ohres gegenüber Frequenzmodulationen erfordert eine hohe Präzision der Tonhöhe. Diese wird maßgeblich durch den akustischen Resonator bei Blasinstrumenten bestimmt. Für den Musiker ist es von daher wichtig ein Musikinstrument zu haben, welches möglichst genau auf der gewünschten Tonhöhe spielt. Zur Korrektur kann der Instrumentenbauer den Querschnittsverlauf anpassen, was die Impedanz des akustischen Resonators beeinflusst. Diese Veränderungen lassen sich mit der Impedanz am Eintritt des Instrumentes bestimmen.

Numerische und experimentelle Studien zum Einfluß von Geometrievariationen des Resonators auf dessen Eingangsimpedanz werden an einem fagottähnlichen Konus mit einem Tonloch durchgeführt. Mit Hilfe der Transmission-Line-Methode werden die Auswirkungen der effektiven Volumenänderung abgeschätzt. Ein Finite-Elemente-Modell der Störstelle, in dem das lineare viskoelastische Problem gelöst wird, erlaubt die Quantifizierung viskoser Effekte. Um die Geometrievariationen im Experiment parametrisch und reversibel zu gestalten, wurden Probekörper

vom Austritt des Instrumentes her eingeschoben und die Eingangsimpedanz mit einem kommerziell erhältlichen Messkopf bestimmt.

Je nach Lage und Form des eingebrachten Körpers mit Bezug zu den Druckverläufen der stehenden Wellen im Resonator ergeben sich Veränderungen der Amplituden und zugehörigen Frequenz der Impedanzmaxima. Ein dünnwandiges Röhrchen als Probekörper beeinflusst mehr die Amplituden als deren Frequenz, im Vergleich zu einem Vollzylinder mit gleichen Abmessungen.

Mi. 9:20 2B

Physik der Musikinstrumente

Zur physikalischen Erklärung der Klangverschmelzung von Lippenorgelpfeifen

J. Angster und A. Miklos

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Der Klangreichtum einer Pfeifenorgel entsteht durch die schier unerschöpflichen Kombinationsmöglichkeiten von mehreren Pfeifenbauarten (Registern) mit ganz unterschiedlichen Klangcharakteren, die bei gleichzeitigem Spiel zu einem einheitlichen Gesamtklang "verschmelzen". Was bedeutet diese Klangverschmelzung physikalisch und wie funktioniert sie? Verschiedene Aspekte wurden experimentell untersucht, um sich der Antwort auf diese Frage zu nähern. Zunächst wurde die Kopplung zwischen Pfeifen durch die Tonkzelle eines Schleifladenmodells im reflexionsarmen Raum des Fraunhofer Institut für Bauphysik untersucht. Dann wurde der so genannte "Mitnahme Effekt" getestet. Dazu wurden die Veränderungen von Einschwingzeit und Grundfrequenz einer eng mensurierten Salicionalpfeife gemessen, die entweder allein oder gleichzeitig mit einer weit mensurierten und schneller ansprechenden Flöte gespielt wurde.

Mi. 9:45 2B

Physik der Musikinstrumente

Einfluss unterschiedlicher Strömungsbedingungen im Fuß einer Holzpfeife auf deren Klang

S. Pitsch, A. Miklos und J. Angster

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Im Klang von Lippenorgelpfeifen sind neben dem eigentlichen "Ton" auch Strömungsgeräusche hörbar. Deren Anteil ist bei Holzpfeifen deutlich größer als bei Metallpfeifen und kann unter Umständen störend sein. Um den Einfluss unterschiedlicher Strömungsbedingungen im Pfeifenfuß auf das Strömungsgeräusch und den Pfeifenklang untersuchen zu können, wurden für eine offene Holzpfeife mittlerer Größe sechs Fußgeometrien hergestellt. Für jede Variante wurde mit Hilfe eines Hitzdrahtanemometers das Geschwindigkeitsprofil längs der Kernspalte gemessen und der Turbulenzgrad bestimmt. Die Sichtbarmachung der Strömungsverhältnisse in den Pfeifenfußmodellen erfolgte mittels Computersimulation. Für eine akustische Beurteilung wurden schließlich die Schneidentöne, Pfeifenklänge und Einschwingvorgänge aufgezeichnet

und analysiert. Es zeigte sich, dass sich mit der Gestaltung der Strömung im Pfeifenfuß durchaus große Unterschiede im Strömungsgeräuschanteil und Teiltonaufbau des Pfeifenklanges erreichen lassen. Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines von der EU geförderten Forschungsprojektes durchgeführt (FP7-SME-2007-1, INNOSOUND - 222104).

Mi. 10:10 2B

Physik der Musikinstrumente

CFD-Simulation eines Orgelpfeifenfußmodells

G. Paál^a, I. Vaik^a, J. Angster^b und H. Außerlechner^b

^a *Technische Universität Budapest*; ^b *Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Gegenstand des vorliegenden Vortrages ist die Modellierung der Strömungsvorgänge in einem Orgelpfeifenfußmodell mittels einer kommerziellen Strömungssimulationssoftware (CFD). Die aus der Kernspalte strömende Luft tritt mit dem Oberlabium in Wächselwirkung und ruft eine oszillierende Strömung hervor trotz der zeitlich unveränderten Randbedingungen. Dieser sogenannte Schneidenton ist die Seele der Tonerzeugung der Orgelpfeifen. Für die ersten Berechnungen wurden die gleichen Parameter benutzt, wie Außerlechner et al. [1] für ihre Messungen angewendet haben: bei 45° Kernphase, Aufschnitthöhe 10 mm, und Kernspaltweite 1,3 mm war die vena contracta Geschwindigkeit des Freistrahles etwa 36 m/s. Als erster Schritt wurden Berechnungen ohne Oberlabium durchgeführt. Das Geschwindigkeitsprofil des Freistrahles wurde mit analytischen Formeln verglichen und die Richtung des Freistrahles als Funktion der Modellform untersucht. Mit Oberlabium ist die Amplitude der Oszillation auf die Oberlabiumsposition sehr empfindlich. Die Position der maximalen Amplitude sowie die Schwingungsfrequenzen wurden mit den Messergebnissen von [1] verglichen.

[1] Hubert J. Außerlechner, Thomas Trommer, Judit Angster and András Miklós: "Experimental jet velocity and edge tone investigations on a foot model of an organ pipe", J. Acoust. Soc. Am., Vol. 126, No. 2, August 2009, pp 878-886

Mi. 14:00 2B

Physik der Musikinstrumente

Intermittency in the transition to synchronization

M. Abel

University of Potsdam

Two coupled organ pipes may sound in absolute unison even when detuned. This synchronization happens due to an acoustical coupling of the organ pipes. We report on results on the nature of the coupling and the intermittency which occurs in the transition towards synchronization, where very nonlinear phase slips occur. We measure the phase slips and analyze data from several measurements to identify a model for the coupling mechanism.

Mi. 14:25 2B

Physik der Musikinstrumente

Zum Saitenhalter der Streichinstrumente

G. Ziegenhals

Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota

Bis in die jüngere Vergangenheit schrieb man dem Komplex Saitenhalter-Hängesaite-Endknopf-(Stachel) keine wesentliche Bedeutung zu. Dies änderte sich aufgrund folgender, nicht exakt belegter Begebenheit: In Museen werden Geigen häufig auf Dornen senkrecht gelagert ausgestellt. Die Dorne werden von speziellen, mit einem Loch versehenen Endknöpfen aufgenommen, die anstelle der Originalknöpfe eingesetzt werden. Als man nun eine wertvolle Geige vom Dorn nahm um sie zu demonstrieren, war das klangliche Ergebnis gegen jede Erwartung sehr schlecht. Eine Begutachtung des Instrumentes zeigte keine Schäden oder sonstige Ursachen. Lediglich der gelochte Endknopf stellte eine Veränderung zum Originalzustand dar. Der Einbau des originalen Endknopfes, stellte den ursprünglichen Klang wieder her. Der Vortrag widmet sich speziell dem Saitenhalter. Neben den traditionellen Holzmaterialien finden heute auch Saitenhalter aus Leichtmetall Verwendung. Modalanalysen am Komplettinstrument zeigen zwei Gruppen von Saitenhaltermoden: 1. Starrkörpermoden - Dabei bilden der Saitenhalter und die Saiten (einschließlich Henkelsaite) ein Feder-Masse-System, indem der Saitenhalter als reine Masse wirkt und bei der Schwingung praktisch nicht deformiert wird. 2. Moden, bei denen es zur wirklichen Deformation des Saitenhalters kommt. Wir stellten Biegemoden in Quer- und Längsrichtung sowie Torsionsmoden in Längsrichtung fest. Wie wir praktisch immer bei Modalanalyse beobachten, treten reine Moden nicht wirklich auf. Vielmehr sind immer verschiedene Bewegungsformen beteiligt.

Mi. 14:50 2B

Physik der Musikinstrumente

Struktur-Luft gekoppelte 3D FEM Simulation der Eigenfrequenzen eines Gitarrenkorpus und Überprüfung durch Messungen an der als Vorlage dienenden Gitarre unter Verwendung der Akustischen Holographie

J. Richter

Musikwissenschaftliches Institut der Universität Hamburg

Vorgestellt wird die Simulation des Korpus einer klassischen Konzertgitarre einschließlich der Luft-Struktur-Kopplung. Als Vorlage für das 3D CAD Modell wurde die als Vorlage dienende Gitarre im Detail vermessen und die Strukturdaten anschließend in den Computer übertragen. Das Modell beinhaltet den Zargenkranz, die Decke mit ihren Fächerleisten und Querbalken, die Schallochverstärkung, den Boden und seine Beibalkung, den Unterklotz und die den Korpus umgebende Luft. Auf dieser Grundlage wurden unter Verwendung der Finiten Element Methode (FEM) die Kopplung zwischen der Struktur und dem umgebenden Medium Luft mittels der Eulergleichung, die aussteifende Wirkung der

Leimverbindungen, sowie die Randbedingungen des Luftraumes formuliert.

Die Lösung der Simulation hinsichtlich der Eigenfrequenzen und der Abstrahlcharakteristik des Korpus wurde mit Messungen der realen Gitarre unter Verwendung der Akustischen Holographie überprüft und optimiert. Die verwendete akustische Kamera besteht aus 121 Mikrofonen und stellt die Daten für die anschließende Rekonstruktion der Schwingungsereignisse auf der Gitarrengometrie.

Mi. 15:15 2B

Physik der Musikinstrumente

Measurements of sound hole radiations of stringed instruments

F. Pfeifle

Musikwissenschaftliches Institut der Universität Hamburg

A structural feature that can be found in many string instruments is a hollow body with one or several sound holes. The sound, radiated from these holes interacts with the sound radiation from the rest of the body and influences the timbre and the loudness of the instrument. In this work three non european lutes with sound holes are measured with a 128x128 microphone array. The recorded time series of each instrument is analyzed with a focus on the radiated spectrum and sound intensity of the hole(s). In a further step the results of the measurements are compared to theory and incorporated into a physical model.

Mi. 16:05 2B

Physik der Musikinstrumente

Radiation of a vihuela Renaissance guitar with five sound holes

R. Bader

Musikwissenschaftliches Institut der Universität Hamburg

The vihuela, the Spanish Renaissance guitar exists with only three known historical instruments, seven historical song books and many pictures. The best known so-called 'Guedalupe' instrument is larger than a modern classical guitar and has five sound holes. Instrument builders - in the follow of historical instrument practice over the last about 30 years - were asked to built replica instruments, still also altered to modern performance and playability needs. The investigated vihuela built by H. Herb 1988 has about the size of a classical guitar. It is compared to another much smaller instrument of Yaish and a modern classical guitar in terms of radiation of the sound holes, the bridge and the rest of the top plate. All three show strong radiation from sound hole in the bass register. Still the Herb vihuela shows a much wider frequency range of sound hole radiation compared to the other instruments. The phase relations are in-phase up to about 500 Hz, where the (2,0,0) air mode comes in. Also the radiation strength is clearly position dependent.

Mi. 16:30 2B

Physik der Musikinstrumente

Teiltöne filtern mit einem Streichbogen - die ungewöhnliche Spieltechnik der Serankure im südlichen Afrika

J. Schöpf

Phonogrammarchiv, Österr. Akademie der Wissenschaften

Gestrichene Monochorde im südlichen Afrika (Serankure, Segaba, Se-finjolo, Isigankuri etc.) werden mit einer wahrscheinlich weltweit einzigartigen Streichtechnik gespielt: Mit einem vergleichsweise kurzen Bogen (ca. 20cm), dessen Haar-Bündel keine eigene Vorspannung aufweist, wird dabei in elliptischer Bewegung über eine Metall-Saite gestrichen. Durch die gezielte Veränderung der Bogenhaarspannung während des Spiels können damit einzelne Partialtöne der Saite herausgefiltert und so musikalisch nutzbar gemacht werden. Die Prinzipien dieser Schallerzeugung konnten bisher nur qualitativ geklärt werden: Dabei wird das Bogenhaarbündel als eine zweite Saite, und damit als Filter aufgefasst. Konkret wird das Bogenhaar über seine Spannung auf ein beabsichtigtes Frequenzband eingestellt. Das Aneinanderreiben des Doppel-Saiten-Systems aus Bogenhaar und Saite erzwingt eine dem Doppelsystem, also beiden "Saiten" mögliche Schwingung. So kann über die Bogenhaar-Spannung direkt Einfluß auf die Schwingungsmoden der Saite genommen werden. Die Länge des Bogen(haare)s ist dabei von prästrukturierender Bedeutung.

In der Präsentation wird der bisherige Forschungsstand zur Spieltechnik der Serankure dargestellt, sowie eine Interpretation der Vorgänge anhand der Arbeiten von Fricke erläutert. Die Spieltechnik kann in der Präsentation live am Instrument und anhand von Videobeispielen aus Botswana demonstriert werden.

Mi. 16:55 2B

Physik der Musikinstrumente

Comparison of Measurements on a Simplified Piano Model with a Condenser Microphone and a Piezoelectric Polymer Sensor

M. Kappel, M. Abel und R. Gerhard

University of Potsdam

We investigate the sound emitted from the resonance board of a multi-chord, as a paradigm for piano vibrations. We use two different measurement techniques: (1) thin film sensors made from polyvinylidene fluoride (PVDF), mounted between the multichord bridge and the resonance board, and (2) condenser microphones for airborne sound. The usability of the piezoelectric polymer as calibrated acoustical sensor was tested and characterized with respect to different parameters, such as the input pressure, the force amplitude, the long term stability and the frequency response. The parameters were varied in order to evaluate the effectivity and the durability of the electro-mechanical transducer. In addition, we placed ribs on the rear side of the resonance board in order to investigate how their number affects the sound radiation. Depending on the

rib distance, significant high-frequency reductions of the response spectrum are observed with the peaks from the allowed vibration modes in between.

Mi. 17:20 2B

Physik der Musikinstrumente

Akustische Charakterisierung der chinesischen Guzheng

H. Schiema

Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota

Die Guzheng ist eine chinesische Wölbbrettzither und wird umgangssprachlich auch Tischharfe genannt. Sie hat in China eine weit über 2000jährige Tradition. Die normale heutige Zheng ist aus einem bauchigen Resonanzbrett gefertigt und wird mit 21 Saiten bespannt. Heute wird sie meist pentatonisch gestimmt, es sind jedoch auch andere Stimmungen bekannt. Der Vortrag beschäftigt sich mit den Mechanismen der Klangentstehung der Guzheng. Hierzu werden die Ergebnisse der Frequenzanalyse des abgestrahlten Schalles und der modalanalytischen Untersuchungen vorgestellt. Die Guzheng überstreicht 4 komplette Oktaven vom Ton D1 (36Hz) bis zum Ton d2 (587 Hz). Eine nennenswerte Übertragung setzt erst oberhalb von 100 Hz ein. Typische Resonanzen liegen im Bereich zwischen 250 Hz und 3 kHz. Charakteristisch für das Instrument ist eine starke Betonung der Frequenzen im mittleren Frequenzbereich. Von einer generellen Unterstützung der jeweiligen Grundtöne der Saiten kann man jedoch keinesfalls sprechen. Es liegt aber zweifellos eine spezielle Klangfärbung der mittleren Saiten vor. Die Guzheng erfreut sich auch heute einer großen Beliebtheit. Sie wird nicht nur in der klassischen chinesischen Musik verwendet, sondern auch in modernen Adaptionen des Jazz sowie in der Rock- und Popmusik.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Physik der Musikinstrumente (Poster)

Praktische Studie zu Störgrößen bei Eingangsimpedanzmessungen an Blasinstrumenten

W. Ohno und T. Grothe

TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik

Die Resonanzeigenschaften eines Blasinstrumentes sind durch dessen akustische Impedanz am Eintritt bestimmt. Zur Messung der Eingangsimpedanz sind kompakte und einfach bedienbare Systeme erhältlich, die für den Einsatz in Instrumentenbauwerkstätten geeignet sind. Dort ist es jedoch oftmals schwierig, Umgebungsgeräusche, die Abstrahlung an Instrumentenöffnungen, das Umgebungs-klima und die Temperatur des Instrumentes zu kontrollieren. Auch der Anschluß des Instrumentes an den Meßkopf beeinflusst das Messergebnis stark.

In dieser Arbeit wird der Einfluss dieser Störgrößen auf Amplitude und Frequenz von Impedanzmaxima untersucht. Testobjekte waren 4 Fagotte verschiedener Hersteller. Anhand der Ergebnisse wird die Vergleichbarkeit von Impedanzkurven diskutiert, die unter nicht idealen Umgebungsbedingungen erfasst wurden.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.) Physik der Musikinstrumente (Poster)

Neue Tonabnahmesysteme für Streich- und Zupfinstrumente

F. Josten^a und H. Schiema^b

^aAER Audio Electric Research GmbH; ^bInstitut für Musikinstrumentenbau, Zwota

Heutige Anforderungen an klassische Musikinstrumente bedingen häufig deren elektroakustische Verstärkung. Durch funktionale Zweckbauten, ungewöhnliche Ensemblezusammensetzungen, moderne Kompositionen, etc. stößt man schnell an das Limit der natürlichen Instrumentenlautstärke. Viele elektroakustische Anlagen sind in der Lage die benötigte Verstärkung zu liefern, jedoch stößt man bei der Abnahme von klassischen Instrumenten sehr leicht an deren Grenzen. Das gesamte Klangspektrum und die volle Dynamik der Instrumente wird dementsprechend nur bedingt an das Auditorium wiedergegeben.

Genau mit dieser Problematik hat sich das hier von uns vorgestellte Projekt beschäftigt. Im Ergebnis ist ein System zur Abnahme von klassischen Streich- und Zupfinstrumenten entstanden, das sich durch hohe Authentizität der wiedergegebenen Klangcharaktere auszeichnet. Hierzu wurden für die verschiedenen Instrumentengruppen optimale Sensorpositionen, die Eigenschaften der verwendeten Sensoren und deren Betriebszustände ermittelt.

Die ermittelten Betriebsparameter und Sensorsignale stellen aufgrund des erstaunlichen Dynamikbereichs besondere Anforderungen, sowohl an die analoge, als auch die digitale Signalverarbeitung. Der in der analogen Domäne benötigte minimale Rauschpegel wird durch rauscharme aktive Bauteile, optimierte Layouts, hochwertige Spannungsversorgungen und ausgefeilte Schaltungskonzepte erreicht. Der Übergang in die digitale Domäne ist durch eine entsprechende Wandlertopologie ohne Einengung der Originaldynamik möglich. Die Parameteroptimierung des in einem DSP umgesetzten Entzerrer-Netzwerkes erfolgte durch einen genetischen Algorithmus.

Sitzung „Hydroakustik/Unterwasserakustik 2“

Mi. 8:30 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Ein Problem der Sonarortung: Killerwal jagt Königslachs

J. Ehrlich

FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde

In einer theoretischen Simulationsstudie wird der Beutefang eines Killerwals (*Orcinus Orca*) bei der Ortung eines Königslachses (*Oncorhynchus Tshawytscha*) untersucht. Als bestimmender Parameter der Ortungsleistung des Orcas wird das Signal-zu-Rausch Verhältnis gegenüber dem Störgeräusch im Meer angenommen. Das Sonarsignal des Orcas zeichnet sich durch ein sehr kurzes Klickgeräusch von etwa 50 μ s mit einer große Bandbreite etwa 60 kHz aus. Die Mittenfrequenz

des Signals liegt bei 50 kHz. Die Modellierung erfolgt mit einem Dynamic Beamtracing Rechenverfahren unter Einbeziehung des Sende- und Empfangspattern des Orca Sonars. Bei der Modellierung der Schallausbreitung werden neben natürlichen Störungen, etwa durch Regen oder Windgeräusche an der Wasseroberfläche auch der Einfluss anderer, nicht natürlicher Geräuschquellen auf die Detektionsleistung des Wals berücksichtigt. Für verschiedene Umweltbedingungen und Geometrien werden die Signal-zu-Rausch Verhältnisse und die Entdeckungswahrscheinlichkeiten beruhend auf den genannten Parametern berechnet.

Mi. 8:55 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Internationale Aktivitäten im Hinblick auf die Reduzierung der Wasserschallabstrahlung von Handelsschiffen

A. Homm

Wehrtechnische Dienststelle 71, Kiel

Messungen des Umgebungsgeräusches in den Weltmeeren haben gezeigt, dass durch den massiven Anstieg des Schiffsverkehrs in den vergangenen Jahrzehnten auch der Pegel des Hintergrundgeräusches stark angestiegen ist. Wegen der besonderen Ausbreitungsbedingungen gilt dies nicht nur entlang der vielbefahrenen Schifffahrtsrouten sondern generell. Diese Entwicklung bleibt nicht ohne Folgen für die Meeresfauna, insbesondere Säuger, die häufig auf akustische Unterwasserkommunikation angewiesen sind. Vor diesem Hintergrund haben Umweltverbände eine Initiative im "Marine Environment Protection Committee" (MEPC) der IMO (International Maritime Organization) gestartet, um langfristig die Schallabstrahlung ziviler Schiffe zu reduzieren. Notwendige Voraussetzung für Aktivitäten in dieser Richtung ist jedoch zunächst ein allgemein anerkannter Standard (Norm) zur reproduzierbaren Vermessung der Wasserschallabstrahlung von zivilen Schiffen. Bisher existieren Anlagen hierzu nur im militärischen Bereich, die letztlich zwar auch für Sonderschiffe, wie Forschungsschiffe oder Fischereiforschungsschiffe genutzt werden, für den Großteil anderer ziviler Fahrzeuge jedoch nicht geeignet sind. Innerhalb der ISO (International Organization for Standardization) wurde deshalb eine Arbeitsgruppe WG 6 (Protecting marine ecosystem from underwater irradiated noise) unter dem TC 8 (Ships and marine technology), SC 2 (Marine environment protection) etabliert, die verbindliche Normen zur Vermessung der Wasserschallabstrahlung von Schiffen erarbeiten soll. Im Vortrag soll über die Entwicklung und den aktuellen Stand der Verhandlungen berichtet werden.

Mi. 9:20 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Akustische Abstrahlung des Forschungsschiffes PLANETS. Schäl und C. Forst*Wehrtechnische Dienststelle 71, Eckernförde*

Die latente Bedrohung der Marineschifffahrt durch die Auswertung der akustischen Unterwasserabstrahlung in Unterwasserwaffen erfordert als Voraussetzung für Gegenmaßnahmen die Kenntnis der eigenen Unterwassersignatur und des Ausbreitungsverhaltens im Einsatzraum. Die Erfassung der akustischen Unterwasserabstrahlung eines Objektes erfolgt durch mobile Systeme oder Festinstallationen im Küstenbereich. Die Ergebnisse sind untereinander im Vergleich bei gleicher Einstellung desselben Messobjektes in der Regel nicht deckungsgleich. Eine Prognose und Bewertung für andere Seegebiete basierend auf diesen Vermessungen ist nur eingeschränkt möglich. Die Parameter der Umwelteinflüsse, der Messgeometrie und der Ausbreitungsbedingungen sind maßgeblich für eine Bewertung von Wasserschallvermessungen.. Die Präsentation zeigt anhand von Beispielen der Vermessung der PLANET in Tief- und Flachwasser die Unterschiede auf. Die Wehrtechnische Dienststelle 71 in Eckernförde betreibt sowohl eine Flachwassermessstelle in der Eckernförder Bucht als auch eine Tiefwassermessstelle im Herdla Fjord bei Bergen in Kooperation mit Norwegen und den Niederlanden. Das Forschungsschiff PLANET konnte in kurzen Abständen an beiden Einrichtungen vermessen werden. Mit einem empirischen Ansatz wird bezogen auf diese Messeinrichtungen eine Korrekturkurve erzeugt, welche durch weitere Messobjekte validiert wird. Ziel ist es in weiteren Schritten, eine Messstellenunabhängige akustische Analyse zu etablieren.

Mi. 9:45 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Zielpegelmessungen im Fjord mit einem vertikalen HydrofonarrayE. Schmidtke*FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde*

Geräuschabstrahlungen von Schiffen ins Wasser rücken auch in der zivilen Schifffahrt immer mehr in den Fokus, spätestens seit Erscheinen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates. Im Idealfall würde man die Geräuschabstrahlung im tiefen Wasser (>1000 m) in offener See messen, um Reflexionen des Schalls vom Meeresboden zu vermeiden. Um den messtechnischen Aufwand in Grenzen zu halten und relativ wetterunabhängig messen zu können, bieten sich tiefe, geschützte und küstennahe Gewässer an. In diesem Beitrag werden Experimente und erste Ergebnisse einer Zielpegelvermessung des Forschungsschiffes FS PLANET im norwegischen Sognefjord mit einem vertikalen Hydrofonarray vorgestellt.

Mi. 10:10 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Tieffrequente Korrelationsuntersuchungen an Schiffstrukturen bei flächiger AnregungJ. Abshagen^a und C. Will^b^aFWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde; ^bIEAP, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Schiffe sind wegen der Vielzahl von Geräuscherzeugern und Strukturelementen komplexe Schallquellen. Der von einem Schiff ins Wasser emittierte Schall wird unter anderem durch Quellen wie z.B. Pumpen und Motoren, die innerhalb des Schiffes in die Struktur einkoppeln und über die Schiffshülle ins Wasser abstrahlen, erzeugt. Der Korrelation von Körperschall und abgestrahltem Wasserschall kommt daher eine zentrale Bedeutung beim Verständnis des sogenannten Zielpegels eines Schiffes zu. Es werden erste Ergebnisse einer Untersuchung zur tieffrequenten Korrelation von Körperschall und abgestrahltem Wasserschall vorgestellt. Die Untersuchungen wurden mit FS PLANET im Sognefjord, Norwegen, mittels eines frei driftenden Vertikalarrays für die Wasserschallmessungen und verteilter Beschleunigungsaufnehmer im Schiff zur simultanen Messung des Körperschalls durchgeführt. Die tieffrequente Anregung der Schiffsstruktur erfolgte flächig mit einem Lautsprechers, der sich in einer Sektion unterhalb der Wasserlinie befand.

Mi. 14:00 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Alternative BEM-Ansatzfunktionen in der Hydroakustik

I. Schäfer

FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde

Die Plane-Wave-Approximation und die Kirchhoff-Approximation sind zwei Hochfrequenzverfahren zur Bestimmung des rückgestreuten Schallfeldes eines konvexen Körpers. Bei beiden Verfahren werden Druck und Schnelle auf der Oberfläche gemäß der Materialeigenschaften des Körpers als vielfaches des einfallenden Druckfeldes gesetzt. Mit einer Integration über die somit bekannte Oberfläche kann dann der rückgestreute Druck an jedem Ort berechnet werden. Beide Verfahren liefern mitunter deutlich verschiedene Ergebnisse. Als Alternative wird in einer BEM-Rechnung mit dem einfallenden Druckfeld als Ansatzfunktion das rückgestreute Schallfeld berechnet. Im Gegensatz zur klassischen BEM (etwa 6 Elemente pro Wellenlänge) liefert dieses Verfahren ansprechende Ergebnisse für eine Elementierung der Oberfläche von bis zu zwei Wellenlängen pro Element. Die benötigte Rechenzeit kann damit deutlich verkürzt werden.

Mi. 14:25 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Strömungsakustisches Experiment zu Wand-Jet-AnregungenC. Will^a, J. Abshagen^b und G. Pfister^a^aIEAP, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; ^bFWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde

Um den Einfluss von turbulenten Wasser-Körper-Grenzschichten auf den Wasserschall zu untersuchen, dient ein Experiment in einem Wassertank mit ca. 300 Litern Fassungsvermögen. Untersucht wird der durch einen Wand-Jet induzierte Strömungsschall eines Körpers. Dazu ist es notwendig, die Wandruckschwankungen an der Strukturoberfläche zu messen, den Körperschall der Struktur zu erfassen sowie die Geschwindigkeitskomponenten der Strömung in der Grenzschicht zu bestimmen, um so den strömungsakustischen Eintrag in den gemessenen Wasserschall zu bestimmen. Das Experiment und erste Untersuchungen werden vorgestellt.

Mi. 14:50 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Einfluss des hydrostatischen Drucks auf die Performance von hydroakustischen Wandlern

T. Sievertsen

ATLAS - Elektronik GmbH

Für Uboote sind hydroakustische Wandler wichtige Sensoren für Navigation und Ortung. Da Uboote über einen großen Tiefenbereich operieren, muß die akustische Performance der Wandler unabhängig von dem hydrostatischen Umgebungsdruck sein. Passive hydroakustische Wandler bestehen im Wesentlichen aus dem druckempfindlichen Sensor (z. B. Piezokeramik) und Komponenten, in die der Sensor eingebettet ist. Mit diesen Komponenten lassen sich die akustischen Eigenschaften wie z. B. Richtcharakteristik und das S/N des Wandlers beeinflussen. Teilweise werden für diese Komponenten auch Materialien verwendet, die sehr geringe Impedanzen - also geringe Schallgeschwindigkeiten und Dichten - haben. Diese Materialien haben dann auch im Allgemeinen eine geringe Steifigkeit und werden beim Einwirken von äußerem Druck stark komprimiert. Hierdurch ändern sich nicht nur die geometrischen Verhältnisse im Wandler, sondern auch die Materialeigenschaften der Komponenten. Die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die akustischen Eigenschaften eines Beispielwandlers werden mit finiten Elemente Verfahren analysiert.

Mi. 15:15 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Optisches Hydrophon basierend auf photonischen KristallenT. Schaefer^{a,b} und M. Imlau^b^aATLAS Elektronik GmbH; ^bFachbereich Physik, Univ. Osnabrück

In der vorliegenden Arbeit werden die Möglichkeiten zur optischen Schalldruckmessung in Flüssigkeiten mittels photonischer Kristalle präsentiert. Photonische Kristalle sind Metamaterialien mit einer Strukturgröße im Bereich von ca. 100nm bis zu ca. 400nm. Ein natürlicher photonischer Kristall ist der Opal, welcher aus Kieselgelkugeln in dichtester Kugelpackung besteht. Das optische Verhalten der Struktur wird vom Abstand der Ebenen und dem jeweiligen Brechungsindex der Materialien bestimmt. Photonische Kristalle haben die Eigenschaft, dass sie je nach interner Struktur ein typisches optisches Transmissions- und Reflexionsspektrum haben. Wellenlängenbereiche, in denen keine Transmission möglich ist, heißen photonische Bandlücke. Das Einbringen eines gezielten Fehlers in die Struktur lässt einen schmalen Wellenlängenbereich innerhalb der Bandlücke zu, in dem Transmission möglich ist. Schalldruck verändert die Abstände in der gesamten Struktur und somit auch die Transmissionswellenlänge. Die Verschiebung ist proportional zum Schalldruck. Ein weiterer Effekt ist die Ausnutzung der Reflexion unter einem bestimmten Einstrahlwinkel. Das Reflexionsverhalten wird durch die Bragg-Bedingung beschrieben und hängt ebenfalls von der internen Struktur des Kristalls ab. Der Schalldruck verändert in diesem Fall die Bragg-Bedingung und somit den Reflexionswinkel. Aus dieser Größe kann die Information über den Schalldruck gewonnen werden. Es wird ein theoretischer Einblick gegeben und die Ansätze zur physikalischen Realisierung gezeigt.

Mi. 15:40 2C

Hydro-/Unterwasserakustik 2

Emission von Stoßwellen beim Blasenkollaps nahe einer festen Wand

H. Söhnholz, T. Kurz und W. Lauterborn

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

Beim Kollaps einer Gasblase in Wasser nahe einer festen Wand kann es zur Kavitationserosion kommen. Diese ist beispielsweise an Schiffschrauben oder in Pumpen beobachtet worden. Die Blasenform wird beim Kollaps nahe einer festen Wand asphärisch und es kommt zur Bildung eines schnellen Flüssigkeitsstrahls (Jet), der zur Erosion beitragen kann. Die im Kollaps emittierten Stoßwellen sind für den Prozess der Kavitationserosion von entscheidender Bedeutung. Die Dynamik einer kollabierenden Blase hängt sehr stark vom Abstand zur festen Wand ab. Zur Untersuchung dieses asphärischen Blasenkollaps werden mit einem gepulsten Laser einzelne Blasen in der Nähe einer festen Wand erzeugt. Laserinduzierte Blasen sind gut reproduzierbar und bieten sich daher für diese Experimente an. Die im Blasenkollaps ausgesendeten Stoßwellen

lassen sich sowohl optisch (Schlierenaufbau) als auch akustisch (Hydrophon) aufnehmen. Zur Messung der Deformationen der festen Wand ist ein Interferometeraufbau geplant. Es sollen hier auch die Ausbreitung der Stoßwellen in der festen Wand und die von der Wand reflektierten Wellen beobachtet werden.

Sitzung „Ultraschall 1“

Mi. 16:30 2C

Ultraschall 1

Quantifizierung der Modenwandlung an Rissen in Seilstrukturen mittels Ultraschallwellen

S. Bischoff, H. Sprenger, A. Sharma und L. Gaul

Institut f. Angew. u. Exp. Mechanik, Universität Stuttgart

Ultraschallwellen breiten sich in Seilstrukturen in Form geführter Wellen (vgl. Lamb-Wellen in Platten) über weite Distanzen aus, wodurch eine effektive Strukturüberwachung ermöglicht wird. Zur Lokalisierung und Charakterisierung von Fehlstellen ist eine genaue Kenntnis der Ausbreitungs-, Reflexions- und Transmissionseigenschaften der Ultraschallwellen notwendig. Diese lassen sich mittels der Finite-Elemente-Methode ermitteln, indem ein Segment des periodischen Wellenleiters mit einer Periodizitätsbedingung modelliert wird. Als Lösung des zugeordneten Eigenwertproblems erhält man alle in dem Wellenleiter auftretenden Ausbreitungsmoden sowie lokal auftretende, evaneszente Moden.

Die Randlelement-Methode wird in Kombination mit der Finite-Elemente-Methode zur Beschreibung der Wellenausbreitung angewandt. Die Modenwandlung an Unstetigkeiten wie z.B. Rissen oder Kerben lässt sich anschließend durch Reflexions- und Transmissionskoeffizienten beschreiben. Durch Vergleiche zwischen Simulationen und Messungen an Modellaufbauten werden die Zuverlässigkeit und die numerische Genauigkeit der Simulationsergebnisse verifiziert.

Mi. 16:55 2C

Ultraschall 1

Nichtscannendes Verfahren zur Messung von Krümmungsradien mit einem Ultraschall-Annulararray

M. Lenz, J. Sorber und E. Kühnicke

TU Dresden, Institut für Festkörperelektronik

Der Vortrag beschreibt ein neues nichtscannendes Verfahren zur Messung lokaler Krümmungsradien mit Ultraschall. Das Verfahren zielt auf Anwendungen in der zerstörungsfreien Prüfung und in der Medizintechnik. In der zerstörungsfreien Prüfung wird die Messung der Krümmungsradien und davon abgeleitet der Größe von Einschlüssen angestrebt. Ziel der Anwendung in der Medizintechnik ist die Messung der Krümmungsradien von Augenlinse und Netzhaut.

Anstelle des bei Einzelwandlern üblichen Scanvorgangs wird zur Krümmungsbestimmung ein Ultraschall-Annulararray verwendet. Dabei werden die Phasen- und Amplitudendifferenzen auf den verschiedenen Ultraschallelementen ausgewertet. Auf diese Weise kann das Empfangsschallfeld abgescannt und die im Schallfeld enthaltene Information über die Geometrie des Reflektors ausgewertet werden.

Zur Validierung des Verfahrens werden theoretische und experimentelle Ergebnisse vorgestellt. Als Referenzobjekte wurden bei den zugehörigen Messungen verschiedene Kugeln mit Krümmungsradien zwischen 6mm und 11mm verwendet, die in einem definierten Abstand vom Ultraschallwandler angebracht wurden. Nach Bestimmung der genauen Abstrahlfläche der Einzelelemente des Ultraschallwandlers, die mittels Schallfeldmessungen ermittelt wurden, konnte eine gute Übereinstimmung zwischen Messungen und Schallfeldsimulationen erzielt werden. Durch eine modifizierte Ansteuerung des Annulararrays ist es möglich, auch das Sendeschallfeld zu beeinflussen und damit die Empfindlichkeit des Verfahrens weiter zu erhöhen. Das Verbesserungspotential wird theoretisch dargestellt, und es werden aktuelle Messergebnisse gezeigt.

Mi. 17:20 2C

Ultraschall 1

Experimente zur Einzelblasentranslation

R. Mettin^a, X. Xi^b, A. Thiemann^a, T. Nowak^a und F. Cegla^b

^aUniv. Göttingen, Drittes Physikal. Institut; ^bImperial College London

In einem akustischen Resonator wird bei 100 kHz das Verhalten von elektrolytisch erzeugten Einzelblasen untersucht. Durch akustische Kräfte kommt es zur bekannten Bewegung der Blasen zu Schalldruckbauch bzw. -knoten, je nach Blasengröße. Zusätzlich werden Blasenwachstum durch Kollision sowie Oberflächeninstabilitäten beobachtet. Ziel der Experimente ist es u.a., die theoretische Vorhersage von Blasen-„Lebenszyklen“ zu verifizieren. Hierbei geht es um die Beschreibung von Blasenpopulationen in Kavitationsfeldern auf Basis von Einzelblasenmodellen, die Volumenoszillation, Translation und Instabilitäten berücksichtigen.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Ultraschall (Poster)

Untersuchung der Lärmauswirkung beim Einsatz ultraschallbasierter Gießtechnologien

J.S. Sánchez Márquez^a, I. Böckelmann^a und B. Deml^b

^aO.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Arbeitsmedizin (IAM); ^bO.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Arbeitswissenschaft

In vielen Bereichen kommen heute ultraschallbasierte Technologien zum Einsatz. Weit verbreitete Einsatzfelder sind die medizinische Diagnostik und Therapie, die Reinigung (z. B. von Bauteilen, Schmuck, Zähnen und Kläranlagen), die Herstellung von Emulsionen und Werkstoffen sowie die Verfahrensbeschleunigung. Anwendungen in anderen Bereichen wie bei der US-Armee in Form eines Leistungssteigerers für die Soldaten

sind aber auch zu finden. Einigen Arbeitsprozessen wie Bohren, Schweißen, Laminieren oder die Schmelzevergütung von Legierungen bei alternativen Gießverfahren verwenden bereits Ultraschall. Bei kavitationsbasierten Anwendungen wie bei der Schmelzevergütung bestehen Schallumfeldbelastungen, die durch die Einleitung des luftübertragenen Ultraschalls (20 KHz) über das Trommelfell stattfinden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, durch die Präsenz subharmonischer Schwingungen mit extraauralen Wirkungen wie den Folgenden zu rechnen: Beeinträchtigung des Hörvermögens, Kopfschmerz, Übelkeit, Schwindel, Tinnitus, Ermüdung und Reizbarkeit.

Festzuhalten ist aber, dass das genaue Ausmaß gesundheitlicher Beeinträchtigungen, das sich beim Einsatz ultraschallbasierter Technologien ergeben kann, bis heute nicht ausreichend geklärt ist. Aus dem Grund wird im Rahmen dieser Arbeit ein Feldexperiment an einem Gießerei-Arbeitsplatz durchgeführt. Neben einer ausführlichen audiometrischen Untersuchung werden dabei auch eine Reihe physiologischer Parameter betrachtet, die beim Gießen mit Ultraschall erhoben werden.

Sitzung „Virtuelle Akustik 2“

Mi. 8:30 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Fast Range-Acquisition of Head-Related Impulse Responses

G. Enzner

Ruhr-Universität Bochum

The head-related impulse response (HRIR) is the core tool in binaural sound technology. In full range, it describes the direction and distance dependent receiver characteristics of the human head and the outer ear. By feeding the HRIRs of both ears with a dry input signal, we can almost ideally mimic the spatial cues of that signal, as if it were reproduced by a sound source in space.

In this contribution, we describe the ingredients of a method for fast and accurate acquisition of HRIRs in a region of interest. For the horizontal plane as a region of particular relevance, we describe the measurement density and the related amount of spatial interpolation and extrapolation. Special attention is directed to a new procedure for fast realization of the measurement part, because it facilitates individualized HRIR acquisition.

Mi. 8:55 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Auralization of Nearby Sound Sources - Part 1: Near-Field ModelC. Borß*Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik*

The auralization of nearby sound sources can generally be improved, if near-field effects are simulated. This can be achieved with a Head-Related Transfer Function (HRTF) database which contains transfer functions for various distances. However, measuring HRTFs for various distances is a tedious task.

In our approach we strive to model the related effects with less complexity. We distinguish between source- and head-related near-field effects and model them by time-variant filters. By doing so, we account for the additional low frequency boost in the near-field of directional sound sources. We further present a method for critically sampling the distances for which the distance variation filters are determined. A measurement with two dummy heads used as speaker/listener confirms that the low frequency boost can be predicted quite well with the proposed model.

(The presentation will be given in German.)

Mi. 9:20 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Auralization of Nearby Sound Sources - Part 2: EvaluationC. Borß und J. Blauert*Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik*

In order to evaluate the near-field model as proposed in the previous part ("Auralization of Nearby Sound Sources - Part 1: Near-Field Model"), we conducted a Multi-Stimulus test with Hidden Reference and Anchor (MUSHRA). The participants in the listening test were asked to rate the difference of a given reference and multiple stimuli using a novel category-rating scale, specifically designed for small to moderate perceptual differences. The reference stimuli were processed with Binaural Room Impulse Responses (BRIRs) that were rendered with Head-Related Transfer Functions (HRTFs) measured in the near-field. In each test, the reference was compared with the results of two models: a conventional model that only relies on far-field HRTFs and the proposed model, which predicts near-field HRTFs from far-field HRTFs. The test results show that the proposed model improves the auralization result for nearby sources, that is, provides more reliable distance cues.

(The presentation will be given in German.)

Mi. 9:45 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Generation of far-field head-related transfer functions using sound field synthesis

S. Spors und J. Ahrens

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Head-related transfer functions (HRTFs) capture the acoustic transmission path from an acoustic source to the ears. They are typically measured at a fixed source distance of 2-3 meters. For some applications, far-field HRTFs are of interest which are defined as the transfer function of an impinging plane wave of given incidence angle. It is shown that such HRTFs can be derived by interpreting the measurement setup as virtual sound field synthesis system. The appropriate combination of measured HRTFs using sound field synthesis methods may be employed in order to compute the desired far-field HRTFs. A number of practical issues like spatial sampling and an efficient implementation of the proposed technique based on Wave Field Synthesis are discussed. The results can be beneficial in the binaural auralization of room acoustics captured by (spherical) microphone arrays.

Mi. 10:10 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Entzerrungsmethoden für die binaurale Synthese mit Kopfhörern

B. Masiero, J. Fels und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Vergleicht man die binaurale Darbietung von Schallereignissen, so sind deutliche Qualitätsunterschiede zwischen Abhöreinrichtungen mit Kopfhörern und mit übersprechkompensierten Lautsprecheranordnungen zu verzeichnen. Insbesondere tritt die "Im-Kopf-Lokalisation" bei der Kopfhörerwiedergabe häufiger auf als bei der Lautsprecherwiedergabe. Offensichtlich bewertet der Mensch das Schallereignis klanglich und räumlich bei der Entzerrung von Lautsprechern etwas großzügiger als bei Kopfhörern. Grund dafür ist eine nicht genügend exakte Entzerrung des Kunstkopf-Kopfhörer-Systems. Werden Stimuli über Kopfhörer wiedergegeben, so kommt es zu einer Abweichung vom Schallsignal im Gehörgang und dem Kopfhörersignal. Diese Abweichungen entstehen durch Resonanzen und Nichtlinearitäten durch den Kopfhörer - aber auch durch die Ankopplung des Kopfhörers an den Gehörgang. Um eine definierte Schnittstelle für z.B. psychoakustische Hörversuche mit Kopfhörern bieten zu können, muss der Kopfhörer korrekt entzerrt werden. Eine eindeutige Methode, die auch für unterschiedliche Kopfhörertypen zufriedenstellende Ergebnisse liefert, ist bislang noch nicht geklärt. In dieser Studie wurden die daher Übertragungsfunktionen von Kopfhörer zu Kunstkopf und zum Miniaturmikrofon im verstopften Gehörgang gemessen. Zudem wurde die Übertragungsfunktion vom Kopfhörer im Freifeld gemessen. Dadurch wird ersichtlich wie das Volumen bzw. die Kopplung die Übertragungsfunktion beeinflusst. Diese Ergebnisse erlauben einen besseren Entwurf von geeigneten Entzerrungsfiltern. In diesem Beitrag

werden die Berechnungsmethoden und Ergebnisse der Entzerrungsfilter vorgestellt.

Mi. 14:00 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Vergleich verschiedener Verfahren zur Erfassung der Kopfbewegung

W. Heß

Harman/Becker

Zur Auralisierung einer auditiven virtuellen Umgebung werden über die Echtzeit-Faltung von Audiosignalen mit richtungsabhängigen binauralen Raumimpulsantworten Kopfbewegungen kompensiert. Die Erfassung der Kopfbewegung erfolgt über einen Head-Tracker. Dabei sollte die Latenz zwischen Kopfbewegung und Filternachführung so gering sein, daß ein Filterwechsel nicht wahrgenommen wird. Vor- und Nachteile verschiedener Head-Tracking Verfahren werden erläutert. Anhand von drei kommerziell verfügbaren Head-Trackern und zwei Eigenentwicklungen werden Latenz, Genauigkeit und Winkelauflösung miteinander verglichen.

Mi. 14:25 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Vergleich Auralisierung über CPU und GPU

M. Schoeffler und W. Heß

Harman/Becker

Die Auralisierung einer auditiven virtuellen Umgebung erfolgt über die Echtzeit-Faltung von Audiosignalen mit binauralen Raumimpulsantworten. Sie wird als plausibel wahrgenommen, wenn geringe Latenzen bei der Kompensation der Kopfbewegung erreicht werden, also der virtuelle Raum stabil ist. Konventionelle Implementierungen basieren auf einer Berechnung der Auralisierung durch die CPU. Durch die Leistungsfähigkeit aktueller Grafikprozessoren kann die Berechnung teilweise oder komplett auf die Grafikkarte verlagert werden. Die Unterschiede hinsichtlich Umsetzung und Performance zwischen CPU und GPU werden anhand einer aktuellen Implementierung aufgezeigt.

Mi. 14:50 U1.46

Virtuelle Akustik 2

A Novel Framework for Simulation and Auralization of Massive Multichannel SystemsF. Melchior, L. Altmann, A. Neidhardt, S. Mauer und J.R. Menzinger
IOSONO GmbH

In the current discussion of spatial audio reproduction the number of loudspeakers on the reproduction side is constantly growing. Extensions of the ITU 5.1 up to 22.2 allow such systems to reproduce height information. Recent developments in wave field synthesis and near field compensated higher order Ambisonics also made it possible to use these technologies in practical applications. For the design of such systems the simulation of speaker placements and sound pressure level distribution is state-of-the-art but for the perceptual evaluation the reproduction room cannot be neglected. This paper presents a framework which enables the simulation and dynamic real-time binaural auralization of such systems in different acoustic environments. The reproduction room and the used algorithm can be exchanged independently to evaluate different algorithms and system designs. A complete and smooth workflow is established due to the custom extensions of standard tools for virtual acoustics.

Mi. 15:40 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Über die Streuung im synthetischen SchallfeldJ. Ahrens und S. Spors*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*

Verfahren wie die Wellenfeldsynthese oder das Nahfeld-kompensierte Ambisonics höherer Ordnung sind in der Lage, Schallfelder mit steuerbaren physikalischen Eigenschaften in einem ausgedehnten Bereich zu synthetisieren. Dabei bedienen sie sich einer Vielzahl von Sekundärquellen, d.h. Lautsprechern, wobei bei der Berechnung der Ansteuerungssignale Freifeldbedingungen angenommen werden. Der vorliegende Beitrag betrachtet die Störung solcher synthetischer Schallfelder durch unvermeidbare Streukörper wie z.B. dem Hörer selbst und vergleicht die Eigenschaften der gestreuten synthetischen Schallfelder mit jenen gestreuter natürlicher Schallfelder.

Mi. 16:05 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Compensation of undesired Doppler artifacts in virtual microphone simulationsN. Peters^a und J. Braasch^b^a*UC Berkeley, CNMAT*; ^b*Rensselaer Polytechnic Institute, School of Architecture*

Virtual Microphone Control (ViMiC) is a real-time multichannel spatial sound rendering technique based on sound recording principles. In an auditory virtual environment, ViMiC simulates multichannel microphone techniques, resulting in the characteristic Inter-Channel Time Differences (ICTD) and Inter-Channel Level Differences (ICLD) to create the spatial image of a sound scene. When virtual sound sources or virtual microphones are moved, those inter-channel differences are updated in real-time using an interpolation algorithm, which results in a natural Doppler-like pitch shift. However, for musical applications, a Doppler effect is often undesirable. We present an algorithm that aims to avoid such Doppler effects when updating the inter-channel differences. This new algorithm is based on segmental crossfades rather than interpolation along the trajectory. Using various musical signals, different crossfade methods are evaluated with regards to the total harmonic distortion (THD) and spatial positioning errors. This algorithm can also be applied in other spatial rendering concepts, such as Wavefield synthesis.

Mi. 16:30 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Radiation modes of t-design and extremal-points compact spherical loudspeaker arraysF. Zotter^a und A.M. Pasqual^b^a*Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz*; ^b*Institut Jean le Rond d'Alembert, CNRS, Saint-Cyr l'Ecole*

Compact arrangements of independent loudspeakers mounted on a spherical cabinet have been employed as directivity controlled sound sources in research. As opposed to directivity control based on spherical harmonics, the acoustic radiation modes have been recently considered as an alternative basis to control the sound field radiated by compact loudspeaker arrays. Unlike the spherical harmonics, the radiation modes always preserve every degree of freedom of the multichannel source. Specifically, regarding the sound power radiated into the far field, these modes are found as eigenvectors of the programmable vibration pattern configuration of the source. Hence, radiation modes can be seen as the natural basis for controlling the vibration patterns of the source to create achievable far field directivities. Associated with each radiation mode, the eigenvalue indicates its radiation efficiency, which is a useful information for far field magnitude normalization. Nevertheless, regardless of normalization, it would be convenient if the set of acoustic radiation modes was frequency independent for a given source. This contribution discusses this frequency independence for different geometric layouts

of compact spherical arrays. In particular, the presented discussion of radiation modes focuses on t-designs and the extremal points for hyperinterpolation.

Mi. 16:55 U1.46

Virtuelle Akustik 2

Kompakte 16-Kanal-Kugellautsprecheranordnung

M. Kerscher^a und F. Zotter^b

^aTechnische Universität Graz; ^bInstitut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

Kompakte kugelförmige Lautsprecheranordnungen werden nicht nur zur omnidirektionalen Schallabgabe, sondern auch zur kontrolliert richtungsabhängigen Schallabgabe verwendet. Derzeit übliche Systeme basieren auf den Platonischen Körpern. Sie sind wegen ihrer Symmetrie einfach zu konstruieren, sind jedoch auf fünf bestimmte Anordnungen beschränkt, die bei Ansteuerung mit begrenzter Richtungsauflösung oftmals eine höhere Anzahl von Lautsprechern verwenden, als unbedingt nötig.

Dieser Beitrag präsentiert deshalb eine kompakte Kugelanordnung mit 16 Lautsprechern, deren Anordnung "Hyperinterpolation" erlaubt. Hyperinterpolation, ein Begriff aus der Mathematik, gewährleistet eine Richtungssteuerung mit gleichmäßiger Auflösung und kleinstmöglichem Hardwareaufwand. Es werden folglich genauso viele Lautsprecher wie steuerbare Kugelharmonische (Kugelflächenfunktionen) verwendet. Wir zeigen die Konstruktion und Übertragungseigenschaften eines Prototyps.

Um die Überlastung zu vermeiden, die typischerweise bei kleinen Kugellautsprecheranordnungen bei tiefen Frequenzen auftreten, schlagen wir eine Filterbank zur Auflösungsreduktion in diesem Bereich vor.

Mi. 17:20 U1.46

Virtuelle Akustik 2

A simple technical measure for the perceived source width

M. Frank^a und S. Preis^b

^aInstitut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz; ^bUniversität für Musik und darstellende Kunst Graz

When comparing multi-channel audio reproduction systems, a lot of extensive listening tests have to be done. In order to design these tests as efficient as possible, it is favorable to have prior information. Above all, the prediction of some psychoacoustic properties of the systems is useful. Simple technical measures are desired to deliver those estimates. Regarding the spatial properties, not only the perceived direction of sound events, but also their spatial width is most important. In the paper, we investigate a simple measure for the prediction of this perceived source width. This measure is calculated analytically from the loudspeaker signals/weights of the reproduction system, resulting in the so-called

energy vector r_E . The goal of the investigation are listening tests, establishing a relation between perception and the objective measure. Moreover, the studies can be extended to take the acoustical properties of the listening room into account.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Virtuelle Akustik (Poster)

Soft-Limiting der modalen Amplitudenverstärkung bei sphärischen Mikrofonarrays im Plane Wave Decomposition Verfahren

B. Bernschütz^a, C. Pörschmann^a, S. Spors^b und S. Weinzierl^c

^aFachhochschule Köln - Institut für Nachrichtentechnik; ^bDeutsche Telekom Laboratories, TU Berlin; ^cTU Berlin, Fachgeb. Audiokommunikation

Beim Plane Wave Decomposition Verfahren wird das Schallfeld zunächst mit einem Mikrofonarray abgetastet und durch räumliche Fouriertransformation in sphärisch harmonische Basisfunktionen verschiedener Moden zerlegt. Die Amplituden dieser Moden ergeben sich je nach Aufbau des Arrays aus Kombinationen sphärischer Bessel- und Hankelfunktionen und hängen vom Produkt aus Messradius r und Wellenzahl k ab. Die Modenbeiträge weisen Bandpasscharakteristik auf, wobei sich mit steigender Ordnung ein zunehmend steilerer Hochpassanteil einstellt. Bei einem festen Radius r steigt die Mittenfrequenz mit der Ordnung der jeweiligen Mode. Um das Schallfeld auf dem gesamten kr -Spektrum bis zu einer bestimmten Zielordnung zu verarbeiten (z.B. für einen Beamformer mit konstanter Richtcharakteristik), müssen die Moden höherer Ordnung bei geringem kr teils erheblich verstärkt werden. In realen Anwendungen ist der Signal- Rauschabstand begrenzt, so dass eine Verstärkung der Modenbeiträge hoher Ordnung bei kleinem kr überwiegend Rauschen einbringt. Es wird ein einfaches und effizientes Soft-Limiting Verfahren vorgestellt, das die Verstärkung der modalen Amplituden auf einen vorgegebenen Signal-Rauschabstand begrenzt und fließend gegen eine sich öffnende Richtcharakteristik tauscht. So ergeben sich praxisnah einsetzbare modale Filterfunktionen für das untere kr -Band sphärischer Arrays.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Virtuelle Akustik (Poster)

Simulation und psychoakustische Bewertung von Übertragungsfehlern bei der Wellenfeldsynthese

F. Lindner, F. Völk und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Wellenfeldsynthese ist ein Audio-Wiedergabeverfahren, mit dessen Hilfe das Schallfeld einer Referenzszenen in einem begrenzten Volumen, dem Hörraum, möglichst fehlerfrei synthetisiert werden soll. Theoretisch ist die korrekte Synthese des von einer Quelle (Primärquelle) erzeugten Wellenfeldes unter bestimmten Bedingungen im Hörraum z. B. mit einer unendlich großen Anzahl von Sekundärquellen, basierend auf dem Kirchhoff-Helmholtz-Integral, möglich. Als Primärquellen werden häufig

Quellen von Kugelwellen oder ebenen Wellenfronten verwendet. Für Implementierungen der Wellenfeldsynthese müssen jedoch die theoretischen Anforderungen auf ein realisierbares Maß angepasst werden, was unweigerlich zu Abweichungen zwischen synthetischem und primärem Schallfeld führt. In diesem Beitrag soll zur Klärung der Frage beigetragen werden, unter welchen Bedingungen diese Abweichungen hörbar sind. Zunächst werden dafür die von ausgesuchten Wellenfeldsynthesystemen erzeugten Schalldruck-Zeitfunktionen an einem bestimmten Ort im Hörraum mittels einer Rechnersimulation synthetisiert. Die so erhaltenen Signale werden anschließend in psychoakustischen Experimenten nach dem "three-alternative forced-choice"-Verfahren bei diotischer Kopfhörerwiedergabe mit dem entsprechenden Originalsignal verglichen. Auf diese Weise ist es möglich, die Hörbarkeit prinzipieller Fehler im Wellenfeldsyntheseverfahren und seiner Herleitung unabhängig von einer speziellen Implementierung zu untersuchen. Darüber hinaus erlaubt es dieses Verfahren, die Ursache für bestimmte Fehler zielgerichtet im Hörversuch einzugrenzen, und so die physikalischen Auslöser zu bestimmen.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Virtuelle Akustik (Poster)

Dependencies of binaural auralization via headphones on listening conditions

S. Werner, F. Klein und A. Siegel

Technische Universität Ilmenau

The auralization of an acoustic scene can be realized with the presentation of binaural signals via headphones. One of the biggest challenges is the individualization of the headphone equalization and the creation of the binaural signals. A promising way is the use of probe microphones for equalization and recording. Very good results in meaning of externalization and reproduction of the acoustic scene can be reached. Within this contribution we present a fully individualized binaural auralization system via headphones. Binaural recordings of sound sources on different positions in a real room are made. These recordings are presented via headphones to test persons. A series of listening tests show the assumed influence of an accurate individualization and a big influence of the listening room on the perception of the scene. We can show that there is a decrease of perceived externalization if the listening room and the recording room are different and if there is no visual foothold for the auralized sound sources.

Sitzung „Lärm am Arbeitsplatz“

Mi. 8:30 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Der Beurteilungspegel als Maß für die Lästigkeit und Störwirkung von Geräuschen am ArbeitsplatzJ. Maue*Institut für Arbeitsschutz der DGUV*

Mit der Verabschiedung der ISO 9612 "Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz" als Europäische Norm musste die bis dahin maßgebende DIN 45645-2 zurückgezogen oder überarbeitet werden. Da die ISO 9612 nur die Beurteilung der Gehörgefährdung von Geräuschen aber nicht die Beurteilung von extraauralen Lärmwirkungen behandelt, wurde für den damit nicht abgedeckten Bereich der Beurteilung der Lästigkeit und Störwirkung von Geräuschen eine Neufassung der DIN 45645-2 vorbereitet, die in Kürze als Entwurf veröffentlicht wird.

Die neue DIN-Norm beschreibt die Bestimmung des Beurteilungspegels als Maß zur Beurteilung der Lästigkeit und Störwirkung von Geräuschen (extraaurale Wirkungen). Im Unterschied zu dem bisherigen Beurteilungspegel bzw. dem heutigen Lärmexpositionspegel wird die Geräuschbelastung nicht auf die für die Arbeitsschicht festgelegte Bezugszeit von 8 Stunden umgerechnet. Der Beurteilungspegel beschreibt jeweils die Geräuschsituation bei einer Tätigkeit. Eine Tätigkeit ist ggf. für sich zu betrachten, wenn die Dauer der entsprechenden Phase mindestens 1 Stunde beträgt. Bei der Bestimmung des Beurteilungspegels sind auch weiterhin gegebenenfalls Zuschläge zu berücksichtigen. Dabei wurde sowohl der Zuschlag für die Impulshaltigkeit als auch der Zuschlag für die Ton- und Informationshaltigkeit gegenüber der bisherigen DIN 45645-2 etwas modifiziert. Die wesentlichen Inhalte der vorbereiteten neuen DIN 45645-2 werden vorgestellt und diskutiert.

Mi. 8:55 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Beurteilung betrieblicher Lärmschutzprogramme anhand der Ergebnisse audiometrischer UntersuchungenH. Waldmann*Suva, Luzern (CH)*

In der vorliegenden Arbeit werden Daten der prophylaktischen Gehöruntersuchungen der Suva ausgewertet. Hauptziel dabei ist, eine Methode der differenziellen Auswertung dieser Daten zu erproben und ein geeignetes Verfahren zu finden, um die betrieblichen Massnahmen zum Schutz des Gehörs der Mitarbeitenden zu beurteilen. Es wird die Methode der "Audiometric Data Base Analysis" ADBA nach ANSI S12.13 angewendet und mit weiteren Methoden verglichen. Im untersuchten Datensatz lagen Daten von 11522 Schreibern, 171 Schreinerinnen, 475 Orchestermusikern und 183 Orchestermusikerinnen vor, die deskriptiv und mittels multipler linearer Regression ausgewertet.

Die Auswertungen zeigen, dass sich lärmbedingte Gehörschäden in einem Kollektiv primär bei der Audiogramm-Frequenz von 4 kHz nachweisen lassen. Bei jungen Personen sind Lärmeinflüsse auch bei 6 kHz nachweisbar, diese werden aber im Alter ab ca. 45 Jahren von den Effekten der Altersschwerhörigkeit überdeckt; der Einfluss der Altersschwerhörigkeit ist bei 4 kHz im Vergleich dazu deutlich kleiner. Schliesslich wird ein Verfahren vorgeschlagen, das sich zur Beurteilung der Lärm-schutzmassnahmen von Betrieben eignet, in denen mindestens 5 Personen wiederholt audiometrisch untersucht werden.

Der Vergleich der Untersuchungsergebnisse von Schreibern und Orchester-musikern zeigt schliesslich, dass sich die Schreiner konsequent und wirksam gegen den Lärm schützen, während im Orchester Gehörschutz kaum prophylaktisch angewendet wird.

Mi. 9:20 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Lärmbelastung von Hubschrauberbesatzungen

W. Wahler und M. Telsnig

AUVA, Wien

Diese Studie wurde in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Bundesheer durchgeführt. Für die Gefahrenbeurteilung der Arbeitsplätze in einem Militärhubschrauber ist es neben anderem notwendig die Schal-limmissionen zu ermitteln. Beurteilt wurden der Pilot, der Bordmecha-niker und der Bordluftbildner, unter typischen Einsatzbedingungen, wie Fliegen bei geschlossener und offener Tür, Wartungstätigkeiten beim Starten und Landen usw. Neben den Messungen in Ohrnähe wurden, wenngleich für die Arbeitnehmerschutzbetrachtungen irrelevant, die Schalldruckpegel direkt am Ohr mit Miniaturmikrofonen gemessen und den Werten in der Nähe des Ohres gegenübergestellt. Mit Hilfe eines Kunstkopfes wurden weitere Daten erhoben, um die Wirk-samkeit des Gehörschutzes durch den Helm bei gleichzeitiger Funktion des Sprechfunks zu überprüfen. Neben den Lärmexpositionen des Flug-personals werden die Erfahrungen im Umgang mit den verschiedenen Messsystemen und die Besonderheiten des Messens in einem fliegen-den Prüfraum dargestellt.

Mi. 9:45 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Lärmbelastung von Eisenbahnfahrzeugführern und Lokrangierfüh-rern

R. Paulsen

Institut für Arbeitsschutz der DGUV

Im Bereich der Eisenbahnen wird das Tragen von Gehörschutz auf Triebfahrzeugen und im Rangierdienst bis heute aus Sicherheits-gründen durch die zuständigen Aufsichtsbehörden abgelehnt. Mit der LärmVibrationsArbSchV wurden 2007 die Auslösewerte für die Tages-Lärmexpositionspiegel um 5 dB abgesenkt. Damit muss bereits ab einer täglichen Belastung von 80 dB(A) Gehörschutz angeboten und ab 85

dB(A) muss er getragen werden. 85 dB(A) ist seitdem zugleich der maximal zulässige Expositionswert für den Tages-Lärmexpositionspegel am Ohr der Beschäftigten. Im Rahmen von zwei Projekten wurde vom IFA untersucht, ob für Eisenbahnfahrzeugführer (EFF) und Lokrangierführer (Lrf) eine Gefährdung durch Lärm vorliegt und wenn ja, welcher Gehörschutz mit ausreichender Dämmung geeignet ist, die Wahrnehmung der im Betrieb vor-kommenden Warnsignale zu gewährleisten. Dazu wurde für die beiden Berufsbilder eine Reihe von Messungen auf verschiedenen Diesel-Triebfahrzeugen und bei verschiedenen Einsätzen durchgeführt. Diese Messungen sollten insbesondere auch dazu dienen, die eigentlichen Lärmquellen zu identifizieren und Arbeitsabläufe insbesondere bei den Lrf zu beobachten. Hieraus sollten Hinweise auf ggf. mögliche Lärminderungsmaßnahmen gefunden werden. Eine weitere wichtige Aufgabe war die Dokumentation der für die Praxis relevanten Warnsignale. Dieses Datenmaterial ist eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Auswahl von geeignetem Gehörschutz.

Mi. 10:10 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Lärmexposition an Musikschulen und in Musiklokalen - Aktualisierungen der Lärmtabelle 'Musik' der Suva

L. Joller und H. Waldmann

Suva, Luzern (CH)

Die Suva (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt) hat umfangreiche Messungen zur Lärmexposition von Orchestermusikern, Sängern sowie von Pop-, Rock- und Jazz-Musikern durchgeführt und in Form der Lärmtabelle "Musik" veröffentlicht (www.suva.ch/waswo/86496). Bisher fehlten Angaben über die Lärmexposition von Lehrpersonen an Musikschulen (Unterricht von Laien).

Entsprechende Messungen wurden nun durchgeführt und die Ergebnisse werden im Referat vorgestellt und mit Ergebnissen aus anderen Quellen verglichen.

Die Lärmtabelle "Musik" wurde entsprechend ergänzt und umfasst nun neu Erfahrungswerte zur Lärmexposition von Lehrpersonen an Musikschulen (Laien-Ausbildung) und die bisherigen Bereiche Musikhochschulen (Ausbildung von Berufsmusikern), Orchestermusiker, Sänger, Musiker verschiedenster Stilrichtungen (Unterhaltungsorchester, Big Bands, Pop, Rock und Jazz) sowie das Personal von Musiklokalen, Clubs und Discos.

Mi. 14:00 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Lärm in Bildungseinrichtungen

H.-D. Neumann, M. Buxtrup und W. Swoboda

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen

Im Rahmen einer empirischen Studie wurde die Schallbelastung in 569 Unterrichtsstunden unterschiedlicher Schulformen ermittelt. Die Messungen erfolgten in Ohrhöhe der Schüler in der Mitte der letzten Reihe der Klasse. In Kindertageseinrichtungen wurde der Schallpegel personengetragen und zusätzlich stationär in Ohrhöhe während verschiedener Spielsituationen sowie im Raum durch ein oberhalb der Kopfhöhe aufgehängtes Schallpegelmessgerät ermittelt. Insgesamt wurden in ca. 40 Kindertagesstätten jeweils etwa 100 personengetragene und stationäre Messungen durchgeführt. Zusätzlich wurden in den Räumen Nachhallzeitmessungen durchgeführt.

Im Mittel ergab sich im Unterricht ein äquivalenter Dauerschallpegel von 64 dB (A). Das 90-Perzentil lag bei 72 dB(A). In Kindertageseinrichtungen lag die mittlere Schallbelastung im Raum und in den verschiedenen Situationen bei 78 dB(A). Der Minimalwert betrug 64 dB(A), der Maximalwert 95 dB(A). An der Person betrug der Schallpegel im Mittel 83 dB(A). Er ist somit 5 dB(A) höher als im Raum. Die Sprache der Erzieherinnen und Erzieher hat bei diesen Messungen einen erheblichen Einfluss.

Ein weiterer zu beurteilender Aspekt ist die Sprachverständlichkeit, die durch Nachhall in den Räumen beeinflusst wird. Als Ergebnis der Messungen der Nachhallzeit in 136 Unterrichtsräumen ist festzuhalten, dass in etwa 50 % der Fälle die normativen Anforderungen erfüllt waren. Die Ergebnisse aus Kindertageseinrichtungen befinden sich noch in der Auswertung.

Mi. 14:25 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Vorschläge zur Modernisierung der Begutachtungsprozedur bei einer angezeigten beruflich bedingten LärmschwerhörigkeitH. Sukowski^a, C. Thiele^b, K. Wagener^c, A. Lesinski-Schiedat^b und B. Kollmeier^a

^aMedizinische Physik, Universität Oldenburg; ^bHörzentrum Hannover der HNO-Klinik, Med. Hochschule Hannover; ^cHörzentrum Oldenburg GmbH

Hohe Lärmbelastung kann zu einer irreversiblen Lärmschwerhörigkeit führen, die im Fall einer beruflichen Lärmexposition durch eine HNO-ärztliche Begutachtung beurteilt wird. Derzeit werden dafür Sprachtestmessungen mit dem Freiburger Sprachtest in Ruhe verwendet. Sie zeigen bei geringgradig Schwerhörenden jedoch häufig nur eine geringe Beeinträchtigung des Sprachverstehens, obwohl deutliche Tonhörverluste vorliegen. Die Betroffenen berichten zudem subjektiv von Beeinträchtigungen, insbesondere in Störschall-behafteten Situationen, die durchaus Auswirkungen auf ihr Berufsleben haben, aber nicht adäquat

erfasst werden. Mit dem Ziel, das Sprachhörvermögen gerechter und alltagsnäher zu erfassen, werden in der Audiologie-Initiative Niedersachsen Wege vorgeschlagen und evaluiert, die zusätzlich zur Modernisierung der Sprachtestverfahren in Ruhe auch das Sprachhörvermögen im Störgeräusch bei der Gesamtberechnung des Hörschadens berücksichtigen. Bei 165 schwerhörenden Personen (H:135, OL:30) wurden daher zusätzlich zu den Routineverfahren Sprachtestmessungen im Störgeräusch durchgeführt, und es wurde eine Tabelle zur Umrechnung der Messergebnisse in einen "prozentualen Hörverlust für Sprache im Störgeräusch" entwickelt. Im neu vorgeschlagenen Gesamtberechnungsmodell werden zudem die prozentualen Hörverluste der Ruhe- und Störgeräuschmessungen zu gleichen Teilen berücksichtigt, ohne eine generelle Verschiebung der Ergebnisse zu höheren prozentualen Hörverlusten zu bewirken. Berechnungen nach dem neuen Vorschlag zeigen, dass damit bei geringen Hörverlusten eine Beeinträchtigung gegenüber Normalhörenden besser nachweisbar ist, so dass insgesamt eine gerechtere Beurteilung resultieren sollte.

Mi. 14:50 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Kommunikationsfähigkeit und Gehörschutz im Lärm bei bestehender Hörminderung

P. Sickert

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Es ist bekannt, dass die Benutzung von Gehörschutz die Kommunikationsfähigkeit von Personen mit Hörminderung im Lärm zusätzlich reduziert. Da dies häufig zur Ablehnung des Gehörschutzes führt, wird schon lange nach einer geeigneten Lösung gesucht. Ansatzpunkte sind dabei das Frequenzverhalten der verwendeten Gehörschützer, die Möglichkeit, durch elektronische Übertragungstrecken den Schallpegel unter dem Gehörschutz zu beeinflussen oder sogar frequenzselektiv und pegelabhängig zu verstärken. Produkte, die diese Anforderungen erfüllen sind schon im Handel erhältlich. Zur Diskussion stehen Gehörschützer mit flacher Dämmcharakteristik, pegelabhängig dämmende Gehörschutzstöpsel bzw. Kapselgehörschützer und moderne Hörgeräte. Jedes der Lösungen birgt Probleme in sich. Diskussionsbedarf besteht darin, - wie flach die Dämmkurve eines Gehörschützers sein muss, - ob pegelabhängig dämmende elektronische Gehörschützer in jedem Fall geeignet sind, - welche Anforderungen an Hörgeräte gestellt werden müssen, damit sie gleichzeitig die Schutzfunktion erfüllen und eine ausreichende Sprachverständlichkeit zulassen, - wie genau der Einfluss des Grades der Hörminderung ist, - ob der Einsatz von Gehörschutz mit Zweiwegekommunikation (Funkfernübertragung) zur sicherheitsrelevanten oder produktionsbedingten Kommunikation eine realistische Alternative darstellt.

Insbesondere werden die Möglichkeiten der verbesserten Kommunikationsfähigkeit durch Hörgeräte im Lärm bei gleichzeitiger Einhaltung des maximal zulässigen Expositionswertes von $L_{EX,8h} = 85$ dB diskutiert.

Mi. 15:15 U1.44

Lärm am Arbeitsplatz

Ist die Auswahl von geeigneten sekundären Schallschutzmaßnahmen für einen kleinen Baubetrieb möglich?

J. Jorczyk

BG BAU, Prävention, Region Hamburg

Baubetriebe, ab einen Beschäftigten, stehen in der gesetzlichen Verpflichtung eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und gegen Gefährdungen geeignete Maßnahmen einzuleiten. Die gesetzlichen Bestimmungen fordern technische vor organisatorische vor persönliche Schutzmaßnahmen festzulegen. Resultierend besteht die Forderung gegenüber dem Unternehmer, geeignete sekundäre Schallschutzmaßnahmen nach TOP auszuwählen und festzulegen. Bereits die Zuordnung bzw. Differenzierung der gesetzlich und normativ formulierten Schallpegelarten, führen den Unternehmer eines Kleinstbaubetriebes an die Grenzen seiner Umsetzungsfähigkeit der staatlichen Rechtsbestimmungen. Ein möglicher Lösungsansatz zur praktischen Umsetzung steht zur Diskussion.

Sitzung „Lehre der Akustik“

Mi. 9:45 U1.21

Lehre der Akustik

Hören, was das Lager sagt - Praktische Lagerdiagnose in der Maschinenakustik-Ausbildung

D. Thoden, A. Lohrengel und R. Schmelter

Technische Universität Clausthal, Institut für Maschinenwesen

Im Rahmen der Lehrveranstaltung Maschinenakustik wird am Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal die Zustandsüberwachung von Maschinen betrachtet. Zur Vertiefung des Unterrichtsstoff ist ein Prüfstand für Wälzlager der Baugröße 05 entstanden, mit dem verschiedene Methoden der akustischen Lagerdiagnose gemessen und ausgewertet werden können. Im Vortrag wird der aus Studienbeitragsmitteln finanzierte Prüfstand und die eingesetzte Messtechnik ebenso vorgestellt, wie die Ergebnisse der Untersuchung verschiedener Lagerbauarten und unterschiedlich vorgeschädigter Lager. Die Studierenden haben die Möglichkeit, die Wälzlager über ihre komplette Lebensdauer zu beobachten. Dabei können Betriebsparameter wie Radial- und Axialkraft sowie die Drehzahl beliebig variiert werden. Zur Auswertung stehen neben einem kommerziellen Lagerdiagnosesystem herkömmliche Körperschallsensoren zur Verfügung. So bietet sich den Studierenden die Möglichkeit, anhand der aufgenommenen Zeitdaten Lagerdiagnose über Hüllkurvenanalysen, Crestfaktor und Kurtosis sowie der Frequenzauswertung auf die charakteristischen Frequenzen eigenständig den Zustand des Prüfagers zu überwachen und zu dokumentieren. Zum Abschluss wird ein Erfahrungsbericht aus dem ersten Einsatz des neuen Prüfstands gegeben.

Mi. 10:10 U1.21

Lehre der Akustik

EAT Expert Aural Training. Gehörbildung für Toningenieur*innen via E-Learning

J. Becker-Schweitzer und W. Schaffrath

Fachhochschule Düsseldorf, ISAVE

In vielen Fächern zeichnet sich die Lehre an der Fachhochschule durch ein hohes Maß anwendungsbezogener Themen aus. Auch der kooperative Studiengang "Bachelor of Eng. Ton und Bild", der gemeinsam von der Fachhochschule Düsseldorf und der Robert Schumann Musikhochschule durchgeführt wird, fällt in diese Kategorie. Der Erfolg der anwendungsbezogenen Lehre hängt jedoch in ganz entscheidendem Maße von der Betreuungsrelation ab. Eine Möglichkeit, die Lehrintensivität zu steigern, ohne die Anzahl der Unterrichtsstunden für die Lehrenden ausufern zu lassen, sind E-Learning- Programme. Die Tatsache, dass multimediale Lehrinhalte in dieser Umgebung einfach integriert werden können, prädestiniert ein solches Lehrtool für die Ausbildung im Bereich Ton und Bild, wo die Vermittlung sowohl der künstlerischen als auch der technischen Aspekte der Herstellung medialer Inhalte Ausbildungsziel sind. Der Vortrag widmet sich neben einer Erläuterung des Moduls einigen grundsätzlichen mediendidaktischen Überlegungen, die bei der Konzeptionierung des Moduls Beachtung gefunden haben.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Lehre der Akustik (Poster)

Anwendung der MATLAB ITA-Toolbox: Praktikumsversuch zur Übersprechkompensation (CTC)

P. Dietrich, B. Masiero, R. Scharrer, M. Müller-Trapet, M. Pollow und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Im Zuge einer Neugestaltung des Praktikums Technische Akustik an der RWTH Aachen wurde bei der Planung des Versuchs zur Übersprechkompensation (CTC) für die Wiedergabe von binauralen Signalen bewusst auf eine Lösung mit MATLAB gesetzt. Die am Institut für Technische Akustik entwickelte Toolbox für MATLAB (ITA-Toolbox) kommt dabei zum Einsatz und bietet den Studenten bei Bedarf tieferen Einblick, z.B. in die Entfaltung mittels Regularisierung oder Filterung. Diese Toolbox ermöglicht einen auch für Studenten schnellen Einstieg in die Signalverarbeitung mit vordefinierten und dennoch flexiblen Funktionen basierend auf einheitlichen Audio-Objekten.

Der Praktikumsversuch umfasst dabei die Messung von Lautsprechern im Versuchsraum mit einem Kunstkopf, die Nachverarbeitung der Daten zu Impulsantworten, das Zeitfenstern und schließlich die Berechnung der CTC-Filter durch Matrixinvertierung. In diesem Beitrag soll speziell auf das Zusammenspiel der genutzten Toolbox und der Aufgabenstellung zur Lösung eines komplexeren, signaltheoretischen Problems eingegangen werden.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Lehre der Akustik (Poster)

Einsatz der ITA-Toolbox in einem Grundlagenkurs zur SignalverarbeitungS. Paul^a, P. Dietrich^b, J.J.L.D. Souza^a und M. Vorländer^b^aLab. of Acoustical Engineering, Univ. Santa Maria (Brasil.); ^bInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen

An der Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) haben im August 2009 die ersten Studenten im Studiengang Akustikingenieurwesen ihr Studium begonnen und einige Studenten, die sich aktuell im 3. oder gar erst im 1. Semester befinden, sind schon in kleine Projektarbeiten des Lab. de Eng. Acústica eingebunden. Diese Arbeiten umfassen, z.B. die Messung raumakustischer Parameter, Geräuschaufzeichnungen in Fahrzeugen oder einfache Schallpegelauswertungen. Zur Durchführung dieser Projekte ist grundlegendes Verständnis der durchzuführenden Signalverarbeitung notwendig, welches bei der Nutzung von kommerziellen und industriell einsetzbaren Lösungen nicht erlangt werden kann. Erste Kenntnisse von MATLAB werden bereits durch eine andere Vorlesung zu Beginn des Studiums vermittelt. Daher liegt es nahe, direkt in dieser flexiblen und vielfältigen Umgebung Messungen durchzuführen und anhand selbst geschriebener Signalverarbeitungsroutinen auf einem abstrahierten Programmierniveau einzusteigen. Dabei kommt die entwickelte ITA-Toolbox des Instituts für Technische Akustik der RWTH Aachen zum Einsatz. Basierend auf einheitlichen Audioobjekten können Audiodaten importiert oder aufgezeichnet werden. Funktionen zur Berechnung von z.B. Schallpegeln oder zur Durchführung von Terzfiltern sind bereits in einfach anwendbaren Funktionen vorgeben und können vollständig eingesehen werden. In diesem Beitrag soll die praktische Herangehensweise an akustische Messaufgaben durch Verknüpfung von Basisfunktionen erklärt und der Lernerfolg bei den Studenten beschrieben werden.

Sitzung „Audiologische Akustik“

Mi. 14:00 U1.21

Audiologische Akustik

Streuung der Hörschwelle von Normalhörenden für Frequenzen oberhalb 1kHz bei Bezug auf den Schalldruck im Kuppler, im Freifeld und am TrommelfellJ.-H. Schmidt^a, M. Mauermann^b und M. Blau^a^aInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.;^bMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Aus vorangegangenen Untersuchungen ist bekannt, dass durch Einflüsse der individuellen Gehörgangsgeometrie der Schalldruck am Trommelfell je nach Versuchsperson in einem Frequenzbereich von 4 kHz bis 10 kHz um bis zu 20 dB schwanken kann. Daraus wurde (z.B. Schmidt/Hudde 2008) die Hypothese abgeleitet, dass die Hörschwellen

normalhörender Probanden in Bezug auf ein mittleres Ohr eine höhere Streuung aufweisen als bei Bezug des Schalldrucks am individuellen Trommelfell. Diese Hypothese soll im vorliegenden Beitrag untersucht werden. Die Berechnung des Trommelfellschalldrucks erfolgt dabei mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren, die jeweils auf einer Messung am Eingang des Gehörgangs beruhen. Aus der berechneten Transformation zwischen gemessener Größe und Trommelfellschalldruck wird mit einer darauf folgenden Audiometrie der Trommelfellschalldruck an der Hörschwelle bestimmt. Die Ergebnisse werden mit einer Kopfhöreraudiometrie und einer Freifeldaudiometrie verglichen, die sich jeweils auf mittlere normalhörende Probanden bzw. auf ein künstliches Ohr beziehen. Für die Untersuchungen wurden die Hörschwellen von 20 jungen normalhörenden Probanden untersucht. Die Feststellung der Hörschwelle erfolgt mit einem Bekésy-Tracking unter Anwendung gepulster Sinustöne und einem AFC-Verfahren. Ergebnisse der Untersuchungen sowie mögliche Konsequenzen zur Definition von Normhörschwellen werden diskutiert.

Mi. 14:25 U1.21

Audiologische Akustik

Pilotstudie zur Wahrnehmbarkeit und Beurteilung verschiedener Hörgeräte-Entzerrungsfunktionen durch Hörgeräteträger

T. Sankowsky-Rothe^a, T. Herzke^b und M. Blau^a

^a*Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.;*

^b*Hoertech gGmbH*

Eine optimale Hörgeräteanpassung sollte den oftmals eingeschränkten Dynamikbereich des Restgehörs eines Schwerhörigen möglichst gut ausschöpfen. Dies erfordert unter anderem die Kenntnis des durch das Hörgerät erzeugten Schalldruckes am Trommelfell des individuellen Ohres. Sind die Übertragungseigenschaften des individuellen Gehörgangs bekannt, können sie in Form einer Entzerrungsfunktion berücksichtigt werden. Üblicherweise werden Übertragungseigenschaften des Gehörgangs entweder durch ein Modell eines mittleren Gehörgangs angenommen oder aber durch eine Schalldruckmessung im Gehörgang bestimmt. Darüber hinaus existieren auch Verfahren zur Vorhersage der Übertragungseigenschaften auf Grundlage einer Reflektanz- oder einer Schalldruckmessung.

Die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Übertragungseigenschaften führen teilweise zu erheblichen Unterschieden in den Entzerrungsfunktionen. In einer Pilotstudie mit 3 erfahrenen Hörgeräteträgern wurde nun untersucht, in wie weit diese Unterschiede wahrgenommen und beurteilt werden. Bei der Auswahl der Probanden wurde auf eine große Variabilität der Gehörgangsgeometrie geachtet.

Es werden die Ergebnisse aus einer offenen Befragung, einer Befragung nach verschiedenen Attributen der Klangqualität sowie der gesamt Prävalenz präsentiert und diskutiert.

Mi. 14:50 U1.21

Audiologische Akustik

Modellbasiertes Anpassverfahren für hörunterstützende Technologien in Audiogeräten

S. Nitzschner, D. Schneider und T. Rohdenburg

Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg

Die statistische Auswertung von Audiogrammen von Menschen mit Schwerhörigkeit zeigt, dass etwa 85% der Audiogramme durch zwei typische Verläufe charakterisiert werden können: zu hohen Frequenzen zunehmender Hörverlust (ca. 70%) und flacher Hörverlust (ca. 15%). Nur etwa 20% dieser Gruppe sind mit einem Hörgerät versorgt, obwohl 60-70% von hörunterstützenden Technologien (wie z.B. Dynamikkompression und frequenzabhängige Verstärkung) profitieren würden. Ziel der Integration dieser Technologien in Audiogeräte (TV, Radio, MP3-Player) ist es, insbesondere die bisher unversorgten leicht- bis mittelgradig Schwerhörenden bei der Nutzung dieser Geräte zu unterstützen. Eine Anpassung der Algorithmen-Parameter an die individuelle Hörwahrnehmung sollte nach Möglichkeit ohne professionelle Unterstützung vom Nutzer selbst vorgenommen werden können. Hierzu sollen in dieser Arbeit modellbasierte Verfahren entwickelt und evaluiert werden, die eine Höranpassung basierend auf einer geeigneten Parametrisierung typischer Audiogramme ermöglichen. In einer ersten Untersuchung soll überprüft werden, inwieweit Normalhörende in der Lage sind, sich selbst einen simulierten Hörverlust zu kompensieren. Hierzu werden verschiedene psychoakustische Hörtests zur Bewertung der Sprachverständlichkeit und der subjektiven Klangqualität durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Mi. 15:15 U1.21

Audiologische Akustik

Hörgeräteanpassung mit Hilfe sprachaudiometrischer DatenT. Geißler^a, A. Steinbuß^b und G. Krump^a^a*Hochschule Deggendorf*; ^b*Siemens Audiologische Technik GmbH*

Vor der Anpassung eines Hörgerätes wird die Hörschädigung mittels Audiometrie (Hörschwelle und Unbehaglichkeitsschwelle) eines Schwerhörigen ermittelt. Anhand des Hörverlustes wird die Verstärkung für ein Hörgerät berechnet und eingestellt. Die maximale Ausgangspegelbegrenzung (MPO - Maximum Power Output) stellt sicher, dass das Hörgerät eingehende Signale nicht über die Unbehaglichkeitsschwelle (UCL - Uncomfortable Loudness Level) des Schwerhörigen hinaus verstärkt. Gängige Formeln zur Berechnung der MPO-Zielkurve basieren auf der mit Reintönen gemessenen UCL. Ein Großteil der Hörgeräte-Spezialisten nutzt jedoch die Möglichkeit, die UCL nicht nur mit schmalbandigen Signalen zu bestimmen, sondern ergänzend mittels Sprache. Häufig entsteht der Eindruck, dass sich mit diesem Signal aufgrund der Vertrautheit und der geringeren Lästigkeit höhere Schwellen messen lassen. Durch die Orientierung der MPO an der mit schmalbandigen Signalen anstatt durch Sprache ermittelten UCL würde also für den

Schwerhörigen wertvolle Dynamik verschenkt und das möglicherweise zu Lasten der Sprachverständlichkeit in lauten Situationen. In umfangreichen Stichproben werden die UCLs von Sprache und Reintönen anhand der Reizgröße Pegel und der Empfindungsgröße Lautheit zueinander in Zusammenhang gestellt. Zu diesem Zweck werden zunächst Simulationen mit einem Datensatz eines Hörgeräteakustikers durchgeführt und eine alternative Berechnung für die Einstellung der MPO vorgeschlagen. Die entwickelte Berechnung der MPO wird abschließend in einer Studie mit hörgeschädigten Versuchspersonen evaluiert.

Mi. 16:05 U1.21

Audiologische Akustik

Zum Einfluss von Amplitude und Frequenz der Sprachgrundfrequenz auf Simulationen des Sprachverstehens bei Cochlea-Implantaten mit elektrisch-akustischer Stimulation (EAS)

T. Rader^{a,b}, U. Baumann^a und H. Fastl^b

^aGoethe-Universität Frankfurt am Main; ^bAG Technische Akustik, MMK, TU München

Patienten mit elektrischer und akustischer Stimulation am gleichen Ohr (EAS) zeigen - verglichen mit konventionell versorgten Cochlea-Implantat (CI) Patienten - in Störgeräuschsituationen ein besseres Verstehen von Sprache. Der akustisch stimulierte Frequenzbereich bis etwa 500 Hz enthält als Information im Wesentlichen die Grundfrequenz des Sprachsignals, welche sowohl Amplituden- als auch Frequenzinformation enthält. Hier wird untersucht, welche Art der Information (Amplitude oder Frequenz) stärker für das Sprachverstehen im sprachmodulierten Störgeräusch (Rauschen nach Fastl) verantwortlich ist. Zu diesem Zweck wurde das Sprachsignal des Oldenburger Satztests mit Hilfe computergestützter Signalverarbeitung im Frequenzbereich auf die 12 Mittenfrequenzen eines Med-EI DUET-Sprachprozessors reduziert (elektrischer Anteil der Stimulation) und additiv mit der extrahierten Grundfrequenz überlagert. Die Grundfrequenz wurde einerseits bei konstanter Frequenz entsprechend ihrer Amplitude moduliert (nur Amplitudeninformation) und andererseits mit konstanter Amplitude entsprechend ihrer Frequenz moduliert (nur Frequenzinformation). Die EAS-Simulation des Oldenburger Satztestes wurde bei normalhörenden Versuchspersonen ($n = 12$) durchgeführt. Die Medianwerte der Sprachverständlichkeitsschwellen (SVS) zeigen bei den Versuchspersonen im Störgeräusch ein besseres Abschneiden für die konstante Frequenz (SVS = 0.8 dB SNR) im Vergleich zur konstanten Amplitude (SVS = 2.9 dB SNR) der Grundfrequenz. In der Simulation scheint demnach die Amplitudeninformation der Grundfrequenz mehr für das Sprachverstehen verantwortlich zu sein, als die Tonhöheninformation.

Mi. 16:30 U1.21

Audiologische Akustik

Modellierung der Sprachverständlichkeit bei Versorgung mit einem Cochlea Implantat in Abhängigkeit von der Taubheitsdauer

S. Fredelake, B. Kollmeier und V. Hohmann

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Nach Versorgung mit einem Cochlea Implantat (CI) lässt sich eine große Variabilität in der Sprachwahrnehmung beobachten. Während einige CI-Träger beim Oldenburger Satztest Sprachverständlichkeitsschwellen erreichen, die sich geringfügig von den Schwellen für Normalhörende unterscheiden, brauchen andere CI-Träger für die gleiche Sprachverständlichkeit deutliche höhere Sprachpegel. Als eine Ursache für diese Unterschiede werden pathologische Veränderungen des auditorischen Nervensystems in Abhängigkeit von der Taubheitsdauer vermutet, jedoch fehlen quantitative Modellvorstellungen zum Zusammenhang zwischen Parametern der auditorischen Verarbeitung und der Sprachwahrnehmung mit CIs. Deshalb wurde ein Modell des elektrisch stimulierten Hörnervs implementiert und durch systematische Variation der Modellparameter ihr Einfluss auf die modellierte Sprachverständlichkeit untersucht. Das Modell besteht aus einer Population von Nervenzellen, die nach Stimulation durch ein simuliertes CI, Aktionspotentiale in Abhängigkeit von der zeitlichen und räumlichen Anregung produzieren. Diese Aktionspotentiale werden auf einer zentralen Verarbeitungsstufe zu einer internen Repräsentation weiterverarbeitet, die zur Vorhersage der Sprachverständlichkeit mit CIs dient. Durch Reduktion der Anzahl der auditorischen Nervenzellen zusammen mit einer Verbreiterung der Stromausbreitungsfunktion wird die modellierte Sprachverständlichkeit erheblich verschlechtert. Eine physiologisch sinnvolle Variation der Parameter führte zu einem Bereich an Sprachverständlichkeitsschwellen, wie er in einer großen Gruppe von CI-Trägern beobachtet wurde. Möglichkeiten zur Anpassung des Modells für die Vorhersage des individuellen Versorgungserfolges mit CIs werden diskutiert.

Mi. 16:55 U1.21

Audiologische Akustik

Zum akustischen Zentrum von GehörgangssondenT. Fedtke^a, M. Zebian^b und J. Hensel^a^a*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig;* ^b*Int. Graduate School of Metrology c/o PTB, Braunschweig*

Häufig wird bei Schalldruckmessungen im Gehörgang vereinfachend angenommen, dass das akustische Zentrum einer Gehörgangssonde mit dem geometrischen Ort ihrer Einsprechöffnung übereinstimmt.

Je größer jedoch der Querschnittsprung zwischen dem Gehörgang und der Einsprechöffnung des zum Sondenmikrofon führenden akustischen Rohrs ist, desto größer wird der Einfluss dieser Ankopplungsstelle, und desto weiter entfernt sich das akustische Zentrum von dieser. Es verschiebt sich in Richtung des Mikrofons, was sich durch eine Verminderung der (Antiresonanz-) Frequenz bemerkbar macht, bei welcher der

Abstand des akustischen Zentrums zum reflektierenden Trommelfell genau der Viertelwellenlänge entspricht.

Deshalb ist für die exakte Bestimmung der individuellen Gehörgangslänge mit akustischen Mitteln die genaue Kenntnis des Ortes des akustischen Zentrums erforderlich. Die Geometrie der Ankopplungsstelle zwischen der Sonde und dem Gehörgang muss also berücksichtigt werden. Mittels FEM-Simulationen von Gehörgangssonden in Modellgehörgängen verschiedenen Durchmessers und unterschiedlicher Form wurde der Einfluss von Sonden- und Gehörgangsgeometrie auf die Lage des akustischen Zentrums untersucht. Die Ergebnisse werden unter Berücksichtigung aus der Literatur bekannter mathematischer Beschreibungen der Stoßstellen zwischen Rohren [1] mit Messungen an physikalischen Gehörgangsmodellen verglichen.

[1] Karal, F. C.: The Analogous Acoustical Impedance for Discontinuities and Constrictions of Circular Cross Section. In: JASA 25 (1953), S. 327-334

Mi. 17:20 U1.21

Audiologische Akustik

Integrated Active Noise Control and Noise Reduction Schemes in Open-Fitting Hearing Aids

D. Dalga^a und S. Doclo^{a,b}

^aSignalverarbeitung - Universität Oldenburg; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg

In this paper different integrated active noise control (ANC) and noise reduction schemes for open-fitting hearing aids are presented. Existing noise reduction schemes that only use the 'external' microphones on the hearing aid do not take into account the ambient noise leaking through the open fitting, such that this leakage may even counteract the noise reduction performed by the hearing aid. Integrating ANC-motivated algorithms into existing noise reduction schemes by exploiting an internal (error) microphone in the ear canal enables to partially compensate for noise leakage. In this contribution the influence of the leakage through the vent and of the so-called secondary path (i.e. the acoustic path from the receiver to the error microphone) on the noise reduction performance is investigated. For different amplification gains of the hearing aid, the SNR improvement of different ANC schemes, namely feedforward ANC, feedback ANC and combined feedforward-feedback ANC, are compared experimentally with a classic Multichannel Wiener Filter noise reduction scheme without active noise control.

Mi. 17:45 U1.21

Audiologische Akustik

Ein Mittelohrmodell basierend auf der Aussenohr-TransferimpedanzA. Stirnemann*Phonak AG*

In neuerer Zeit werden nebst traditionellen Mittelohroperationen wie z.B. der Stapedotomie auch vermehrt aktive Mittelohr-Aktuatoren eingesetzt. Im Zusammenhang mit stimulierten otoakustischen Emissionen ist das Übertragungsverhalten des Mittelohres in beiden Richtungen von Interesse. Falls man dabei die individuellen Übertragungseigenschaften evaluieren möchte, so ist es extrem schwierig, bestehende Modelle mit vielen Parametern an gemessene individuelle Daten anzupassen, resp. zu fitten. Einerseits stehen die Daten des Mittelohres aus messtechnischen Gründen nicht zur Verfügung, andererseits sind bestehende Modelle zu komplex, als dass eindeutige Parameteridentifikationen möglich wären. Eine Beschränkung auf die individuelle Aussenohrimpedanz als Grundlage für einen Parameterfit hat mindestens eine präzise Impedanzmessung als Voraussetzung, der technische Aufwand hierfür ist dabei nicht unbedeutend.

Im vorliegenden Beitrag wird das wohl einfachste mögliche Mittelohrmodell präsentiert, welches einerseits die in der IEC711 Norm definierte Transferimpedanz innerhalb der vorgegebenen Toleranzen approximiert, andererseits aufgrund der anatomischen Analogien praktisch alle wünschbaren Mittelohrtransferfunktionen und Impedanzen nachbildet. Anhand des lediglich mittels Aussenohrdaten kalibrierten Modells werden die verschiedenen Transferfunktionen, Impedanzen, Powertransmission- und Schalleitungsfunktionen berechnet und mit Daten von Felsenbeinmessungen aus der Literatur verglichen und diskutiert. Das präsentierte Modell kann aufgrund seiner Einfachheit auch an individuelle Impedanzmessungen im Aussenohr angepasst (gefittet) werden.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Audiologische Akustik (Poster)

Netzwerkmodell des peripheren Gehörs - Nachbildung von menschenbezogenen DatenS. Becker und H. Hudde*Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik*

In den meisten auditorischen Modellen werden "auditorische Filter" verwendet, denen die Vorstellung einer Spektralanalyse durch Bandpassfilterung zugrunde liegt. Hier wird hingegen der Ansatz verfolgt, dass nur eine eng an den physiologischen Grundlagen orientierte Modellbildung die dynamischen, nichtlinearen Vorgänge für beliebige Eingangssignale richtig beschreiben kann. In unserem Beitrag wird das Grundmodell der Cochlea, ein lineares, passives Modell der hydroakustisch-mechanischen Eigenschaften ohne äußere und innere Haarzellen, untersucht. Das Modell der Cochlea ist "zweikanalig". Damit ist gemeint,

dass neben der als Impedanz beschriebenen Basilarmembran zwei fluidgefüllte Kanäle (oberer Kanal U: scala vestibuli und scala media, unterer Kanal L: scala tympani) getrennt erfasst werden. Damit wird nicht nur die gemischt mechanisch-akustische Wanderwelle entlang der Basilarmembran berechenbar, sondern auch die akustische Welle im Fluid beider Kanäle. Die Parameter wurden an am Menschen gewonnene Messdaten angepasst. Dazu gehört u. A. die anatomisch evidente Verbreiterung der Basilarmembran von der Basis zum Apex, die Abstimmung der Tuningkurven in Anlehnung an psychoakustisch vermessene auditorische Filter, die Nachbildung der mensch-spezifischen Wellenlängen an den charakteristischen Orten und die Reproduktion von Messwerten der Cochlea-Eingangsimpedanz. Das Modell beschreibt alle herangezogenen Daten mit zufriedenstellender Genauigkeit. Es erlaubt tiefe Einblicke in die Funktionsweise der passiven Cochlea.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Audiologische Akustik (Poster)

Kontexterkenkung für Hörgeräte mittels zusätzlicher Sensormodalitäten

B. Tessendorf^a, A. Bulling^b, D. Roggen^a, T. Stiefmeier^a, M. Feilner^c, P. Derleth^c und G. Tröster^a

^aETH Zürich; ^bUniversity of Cambridge; ^cPhonak AG

Heutige "state-of-the-art"-Hörgeräte besitzen bereits eine Automatik, die unterschiedliche Hörziele des Hörgeräteträgers unterstützt. Diese Automatik analysiert dabei das empfangene Audiosignal, um auf das mögliche Hörziel zu schließen. Ein Hörgeräteträger kann im selben akustischen Umfeld unterschiedliche Hörziele haben, die entsprechend unterschiedliches Hörgeräteverhalten erfordern. Das Audiosignal alleine bietet in solchen Fällen meist zu wenig Kontextinformation, um mögliche Hörziele des Nutzers eindeutig zu unterscheiden. Dies ist insbesondere in komplexen Hörsituationen mit mehreren Schallquellen oder unterschiedlichen möglichen Aktivitäten des Hörgeräteträgers der Fall. Diese komplexen Hörsituationen bedingen den Einsatz effizienter Algorithmen, die allerdings bei Fehlentscheidung des Hörziels die Unterstützung des eigentlichen Hörwunsches nachteilig beeinträchtigen. Der Einsatz spezialisierter Algorithmen bedingt daher eine treffsichere Hörzielerkennung.

In diesem Beitrag wird ein Ansatz mit Berücksichtigung weiterer Sensormodalitäten vorgestellt und soll hinsichtlich der Lösung der Mehrdeutigkeitsproblematik analysiert werden. Als Anwendungsbeispiel dient dabei eine typische Büroumgebung. Körper- und Augenbewegungen werden dabei als zusätzliche Sensormodalitäten mit einbezogen. Die Arbeit zeigt das Potential zusätzlicher Sensormodalitäten für zukünftige kontextsensitive Hörgeräte.

Mittwoch (ab 13:30, bis Do.)

Audiologische Akustik (Poster)

Individualization of head-related transfer functions

F. Klein und S. Werner

Technische Universität Ilmenau

Head-related transfer functions (HRTF) are of major importance for binaural hearing tasks. Non-individual HRTFs, such as those measured with artificial heads, show weaknesses when it comes to the precise localization or externalization of sound sources. An algorithm which tries to estimate HRTFs from measured anthropometric data is presented. Based on the CIPIC HRTF database, which includes anthropometric data, principal component analysis is applied in order to reduce the complexity of the HRTF data set. Next, regression analysis is used to find dependencies between the anthropometric data and an HRTF set of a given direction. Based upon these dependencies, HRTFs for new subjects can be estimated. The results show fluctuating estimation errors due to weak correlations between the given anthropometric data and the HRTFs. Hearing tests with six test subjects showed that the HRTFs estimated with the proposed method do not produce significantly better results for most subjects than non-individualized HRTFs, regarding externalization, localization errors and coloration. A crucial point seems to be the definition of an appropriate anthropometric data set with better correlations while retaining an easy and reproducible measurement method.

Fachvorträge am Donnerstag, den 24.03.2011

Sitzung „Raumakustik 2“

Do. 8:30 3A

Raumakustik 2

Büroraumakustik im Wandel der Zeit

I. Haltenorth

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH

Die Einstellung zu einer als modern empfundenen Bürostruktur unterliegt dem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandel. Lärm an Büroarbeitsplätzen rückt spätestens seit jenem Zeitpunkt wieder verstärkt in das Tätigkeitsfeld des Akustikberaters, seitdem großräumige Bürokonzepte als moderne und attraktive Alternative zu Zellenbüros gewertet werden. Die Hoffnung, dass eine offene Bürostruktur die Beschäftigten informell vernetzt, die Arbeitsstätte transparent macht und gemeinschaftliches Arbeiten erleichtert, wird oftmals durch die Erfahrung geübt, dass sich die Beschäftigten belästigt und gestört fühlen.

Um Beschwerden von Betroffenen qualitativ einordnen zu können, ist die Analyse der situationsbedingten Wahrnehmungskultur sinnvoll. Zudem ist ein geschichtlicher Überblick über die akustische Situation in früheren Bürotypen auch für die Einordnung heutiger Beschwerdesituationen hilfreich.

Die objektive Bewertung eines zulässigen Schallpegels im Raum richtet sich landläufig nach den Hinweisen in Regelwerken, die für Büroräume jedoch auch widersprüchliche Vorgaben beinhalten. Die Anforderungen sollten demnach objektbezogen festgelegt werden.

Der Vortrag bietet anhand von Fotodokumenten eine kleine Zeitreise durch die Bürokultur mit ihren akustischen Auswirkungen und will anhand entsprechender Hinweise aus Regelwerken auf die Problematik bei der Festlegung des richtigen Innenraumpegels in Büros hinweisen.

Do. 8:55 3A

Raumakustik 2

Untersuchungen zur Sprachverständlichkeit als raumakustischer Parameter von Mehrpersonenbüros

E. Schröder^a und U. Schanda^b

^a*Müller-BBM GmbH*; ^b*Hochschule Rosenheim*

Zur objektiven Beurteilung der raumakustischen Verhältnisse in Mehrpersonenbüros werden in der Regel die Nachhallzeit, die Schallausbreitungskurven und die Sprachverständlichkeit (STI und D50) erfasst. Während die Nachhallzeit und die Schallausbreitungskurven von einander unabhängige Kenngrößen darstellen, stellte sich die Frage, inwieweit die Sprachverständlichkeit mit diesen Kenngrößen korreliert. Hierzu wurden in fünf ausgewählten Mehrpersonenbüros, teilweise mit Umbauvarianten, die Raumimpulsantworten messtechnisch erfasst. Es wurde die Auswirkung der Möblierung und der akustischen Eigenschaften der Raumboflächen auf die Sprachverständlichkeit untersucht. Weiterhin

wurde die Korrelation des STI zu anderen raumakustischen Kenngrößen wie Nachhallzeit, Schalldruckpegelabnahme und Deutlichkeit untersucht. Als weitere Fragestellung wurde für Mehrpersonenbüros mit guten raumakustischen Verhältnissen der Zusammenhang von Sprachverständlichkeit und Arbeitsgedächtnisleistung in Hörversuchen untersucht. Hierzu wurden vier fiktive Raumsituationen mit Hilfe von mit Impulsantworten gefalteten Sprachsignalen auralisiert, die sich deutlich im STI, nicht aber in der Nachhallzeit unterschieden. Es wird über die Korrelation des STI mit anderen raumakustischen Kenngrößen und seinem Einfluss auf die Arbeitsgedächtnisleistung berichtet.

Do. 9:20 3A

Raumakustik 2

Sprachverständlichkeit in Schulräumen und ihre Bedeutung für den Lernerfolg der Schüler

C. Walter^a, D. Brockmeyer^b und G. Krump^a

^aHochschule Deggendorf; ^bAkustik-Ingenierbüro Dahms

Die häufigste und damit auch wichtigste Form des Informationsaustausches bzw. der Weitergabe von Wissen in Bildungseinrichtungen ist die menschliche Sprache. Damit die Information im sprachlichen Kontext die Schüler erreicht, ist dazu eine gute bis hervorragende Sprachverständlichkeit, welche die DIN 18041 fordert, erforderlich. Zur Beurteilung der derzeitigen Situation in Schulen in Potsdam und Umgebung wurden im Rahmen einer Diplomarbeit in 16 unterschiedlichen Klassenräumen objektive Messungen der Sprachverständlichkeit und der Nachhallzeit mit subjektiven Einschätzungen und Orientierungsmessungen des Geräuschpegels während Beisitzungen im laufenden Unterricht kombiniert. Zur Ermittlung der Sprachverständlichkeit wurde der Sprachübertragungsindex STI mittels des STIPA-Messverfahrens herangezogen. Die Ergebnisse wurden miteinander verglichen und untersucht, ob sie den Anforderungen nach DIN 18041 entsprechen. Aus den Ergebnissen wurden Schlussfolgerungen zu notwendigen Maßnahmen gezogen.

Do. 9:45 3A

Raumakustik 2

Nachhallzeiten und Sprachverständlichkeit in Hörsälen

G. Krump

Hochschule Deggendorf

In Klassen- und Vorlesungsräumen ist es vielfach aufgrund ungünstiger raumakustischer Bedingungen zu laut, um sich gut auf den Vortragenden konzentrieren zu können. Zu hohe Nachhallzeiten und eine zu geringe Sprachverständlichkeit tragen entscheidend zu dieser Situation bei und führen zu Unaufmerksamkeit und erhöhtem Unterhaltungslärm. Es werden daher Hörsäle unterschiedlicher Größe, Architektur und Absorptionseigenschaften in verschiedenen Besetzungszuständen hinsichtlich Nachhallzeiten und Sprachverständlichkeit vorgestellt und mit Vorgaben der Norm DIN 18041 verglichen. Verbesserungen von Nachhallzeit und STI-PA durch zusätzliche raumakustische Maßnahmen werden erläutert.

Do. 10:10 3A

Raumakustik 2

Akustik in MuseenV. Huckemann, H. Goydke und E. Borges Leao*TU Braunschweig, Inst. für Gebäude- und Solartechnik*

Sowohl bei der Sanierungsplanung für Museen im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes wie auch bei der Analyse zahlreicher Museumsneubauten zeigten sich vielfach erhebliche Defizite bezüglich des wünschenswerten akustischen Komforts. Generell besteht insbesondere in Kunstmuseen modernster Architektur der Bedarf an Reduzierung von Störschall und Nachhall. Unzureichend entsprochen wird dem gesteigerten Bedarf moderner Museumskonzepte an Sprachverständlichkeit bei Vorträgen und Führungen, teils mit hohem Anspruch z.B. bei sehr jungen Zuhörern. Übliche Absorber kommen aus ästhetischen und/oder denkmalpflegerischen Gründen meist nicht in Frage, es lassen sich aber sehr wohl geeignete Lösungen aufzeigen, z.B. als Quellböden und -wände. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die spezielle Beziehung von Licht und Akustik in Museen u.a. durch in der Regel unabdingbare Glasdecken im Konflikt mit wünschenswerten Akustikdecken. Auch hier erscheinen erfolgreich erprobte Lösungen aus anderen Architekturbereichen (z.B. Glasdecken in Plenarsälen) übernehmbar. Akustisch anspruchsvoll und häufig ungelöst ist die architektonische Eigenart der offenen Raumverbindungen. Hier steht u.a. die Anwendung von Multiimpedanzabsorbern auf dem Prüfstand. Die Eignung spezieller akustischer Messverfahren bei Sanierungsprojekten vor Ort, wie z.B. Absorptionsgradmessungen an historischem Mauerwerk, Einordnung von Gehschallemissionseigenschaften vorhandener Fußbodenbeläge und die Bestimmung akustisch wirksamer Raumvolumina offener Raumlandschaften mit Hilfe von Vergleichsschallquellen wurden untersucht.

Sitzung „Raumakustik 3“

Do. 14:00 3A

Raumakustik 3

Zur akustischen Planung von MusikschulenE. Mommertz, M. Prüfer und M. Wahl*Müller-BBM GmbH*

Die Bedeutung der musikalischen Bildung für die Persönlichkeitsentwicklung von Kindern und Jugendlichen ist unbestritten. So ist es erfreulich, wenn in Städten oder Gemeinden trotz knapper Kassen neue Musikschulgebäude errichtet oder bestehende Gebäude zu Musikschulen umgebaut werden. Bei diesen Vorhaben spielen auch akustische Fragestellungen eine zentrale Rolle: Wie hoch soll der Schallschutzstandard zwischen den Räumen unterschiedlicher Nutzung sein und in welcher Weise lässt sich dies realisieren? Wie sollen die Räume raumakustisch gestaltet werden und wodurch kann eine flexible und praktikable Anpassung erfolgen? Allgemein gültige, aktuelle Normen oder Richtlinien sind

hierzu nicht vorhanden und so erfolgt die akustische Auslegung meist auf Grundlage von individuellen Erfahrungswerten des jeweiligen Fachplaners. In diesem Beitrag werden anhand von aktuellen Musikschulprojekten akustische Standards diskutiert und bauliche Lösungen beschrieben. Dabei werden sowohl Neubauten betrachtet als auch wird auf die Umnutzung von bestehenden Gebäuden eingegangen.

Do. 14:25 3A

Raumakustik 3

Schallschutz der Studios im Funkhaus des WDR in Düsseldorf - Neubau 1990 und heutige Bewertung

W. Teuber und S. Friebe

Institut für Akustik und Bauphysik

Der Studiobau in Deutschland ist seit Jahrzehnten geprägt von den hohen Anforderungen, die insbesondere vom Institut für Rundfunktechnik formuliert worden sind. Es wurde ein Baustandard entwickelt, der für lange Zeit Gültigkeit behielt. Auch der erhöhte Schallschutz im Wohnungsbau macht besondere schalldämmende Konstruktionen notwendig, die nur mit erheblichem Aufwand und Qualitätssicherung am Bau eingehalten werden können. Hier finden sich Aufbauten, die im Studiobau seit langem üblich sind, z. B. mehrstufige Abfederung von schwingungserzeugenden Maschinen, besondere Ausbildung haustechnischer Anlagen wie Fahrstühle, Klima-Kastengeräte, mehrschalige und schwingungs isolierte Wände, Fußböden sowie Schallschutzfenster. Die Anforderungen 1990 decken sich daher mit den heutigen Ansprüchen für den Schallschutz von Studios. Messergebnisse von 1990 können verglichen werden mit heutigen Resultaten. Es stellt sich die Frage, inwieweit eine Veränderung der ursprünglichen Werte eingetreten ist. Dieses kann auch auf zwischenzeitliche Umbauten zurückzuführen sein. Der Vortrag behandelt Messungen der Nachhallzeiten, Schallreflexionen und Feststellung von Impulsantworten für verschiedene Studios. Darüber hinaus interessiert die Messung von Schallabsorptionsgraden in situ durch Verwendung der TEF-Methode. Das gleiche bezieht sich auf einige Körperschallübertragungen bei zweistufiger Abfederung unter Maschinen. Messergebnisse werden auch mit anderen Beispielen verglichen.

Do. 14:50 3A

Raumakustik 3

Raumakustik und Innendesign in Studios am Beispiel des Funkhauses des WDR in Düsseldorf - Bestand und Ausblick

S.A. Fischer^a und E.-J. Völker^b

^a *Modern-Life-Design*; ^b *Institut für Akustik und Bauphysik*

Studios für Mikrofonaufnahme und Lautsprecherwiedergabe weisen die erforderliche Akustik auf. Sie ist durch ein Schallfeld beschrieben, das durch Direktschall, starke erste Reflektionen und Nachhall gekennzeichnet ist. Die bautechnischen Maßnahmen beziehen sich auf diese Eigenschaften. Sie gelten für reflektierende und schallabsorbierende Oberflächen, für Winkelspiegel und Vermeidung von störenden Moden sowie

für Aufhellung des Klangbildes durch Halligkeiten. Als Beispiel gilt der reflektierende Holzboden unter den Streichinstrumenten oder der halbhellige Regieraum. Das genaue Abhören von Musik und Sprache muss möglich sein. Zu dieser Bewertung gehören auch Licht und Farben, wie sie nach Feng Shui anzuwenden sind. Im Mittelpunkt steht der Arbeitsplatz des Musikers im Studio, des Toningenieurs am Regietisch oder des Sprechers im Hörspielstudio. Es stellt sich die Frage, ob dieses Ziel am Beispiel einiger vorgestellter Studios und Regieräume erreicht wurde. Hierzu werden Erfahrungen beim Funkhaus des WDR-Düsseldorf einbezogen, an dem die Autorin bei Planung und Ausführung von 1985 bis 1990 mitgewirkt hat. Das Experimentalstudio des IAB ist ein weiteres Beispiel. Es ist gelungen, im Studio und im Regieraum eine gute Akustik mit ansprechender Beleuchtung zu schaffen. Mit 110 Lautsprecherboxen können über 20 Einspielwege künstliche Schallfelder erzeugt werden. Abhörversuche zur Beurteilung von Schallfeldern sind möglich im Studio und im Regieraum.

Do. 15:40 3A

Raumakustik 3

Design und Realisierung eines Hörraums nach ITU-R BS 1116-1 Standard

M. Fellner^a, A. Sereinig^b, M. Künstner^b, F. Graf^a, H. Rainer^a und A. Reiter^c

^aJoanneum Research, Graz; ^bTechnische Universität Graz; ^cReiter Viollet corporate architecture

At JOANNEUM RESEARCH (Graz/Austria) a listening room in accordance with the ITU-R BS 1116-1 standard has been built which fulfils the standard ITU-R BS 1116-1 for the assessment of audio systems. It has been designed and simulated with CATT acoustics and then been measured to document its room acoustic characteristics.

In the design stage the room's geometry was implemented in the commercially available software CATT Acoustic®. The calibration of the simulation was then accomplished with values obtained by a thorough measurement of the empty target room by employing the commercially available software WinMLS. Afterwards, the optimization process could be started. The chosen standard, however, primarily defines the reverberation time of a listening room. Thus the virtual room was equipped in order to attenuate the sound field in accordance with the standard's requirements. The approach yielded quite good reverberation time results. During and after the room's building process detailed measurements were done. The results show, that the real room acoustics fit very well with the previous simulations. For low frequencies the performance is even better. All measured results are within the tolerance of the relevant standard ITU-R BS 1116-1.

Do. 16:05 3A

Raumakustik 3

Einfluss von Frequenz und Lautheit auf die Quellbreite

A. Pieczykolan, I. Witew und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die scheinbare Quellbreite (Apparent Source Width) stellt als psychoakustischer Effekt der räumlichen Wahrnehmung einen wichtigen Bestandteil des Räumlichkeitseindrucks und somit der Qualität musikalischer Darbietungen in Konzertsälen dar. Bisherige Untersuchungen konzentrierten sich hauptsächlich auf die Beziehung der ASW zu raumakustischen Messgrößen wie IACC und LF mit dem Ziel, die wahrgenommene Quellbreite aus physikalischen Schallfeldeigenschaften vorhersagen zu können. Obwohl in diesen Untersuchungen die Vermutung einer Frequenz- und einer Lautstärkeabhängigkeit bei der Bewertung der Quellbreite geäußert wurde, sind diese Aspekte bisher noch nicht in objektiven Kenngrößen berücksichtigt. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer psychoakustischen Untersuchung vorgestellt, die den Einfluss der Frequenz sowie der Lautheit bei der Bewertung der Quellbreite als zentrale Fragestellung hat. In dieser Studie bewerteten Probanden die Quellbreite speziell generierter Stimuli, die aus einem Quellanteil sowie einer konstruierten Raumimpulsantwort bestehen und somit die systematische Variation der Frequenz und Lautheit bei gleichzeitiger Kontrolle früher Reflexionen und der Nachhallzeit erlauben. Diese Stimuli wurden mit einer verteilten Lautsprecheranordnung in reflexionsarmer Umgebung wiedergegeben. Aus den Ergebnissen ergeben sich Anhaltspunkte, wie sich eine Modifikation dieser Variablen auf die Bewertung der Quellbreite auswirkt.

Do. 16:30 3A

Raumakustik 3

Verbesserung der Akustik im Orchestergraben: Umgestaltung des Proszeniums der Deutschen Oper am Rhein in DüsseldorfK.-H. Lorenz-Kierakiewitz^a, M. Vercammen^b und H. Kremer^a^aPeutz Consult GmbH; ^bPeutz bv

Die Düsseldorfer Rheinoper, erbaut 1944, umgebaut 1954-1956, wurde ab 2006 modernisiert. Dabei sollten auch die akustischen Eigenschaften verbessert werden: die Musiker konnten einander schlecht hören, sie beklagten sich über die hohe Lautstärke der gespielten Musik, das Verhältnis zwischen Orchester und Sängern war nicht ausgewogen, und die Hörsamkeit ist in den ersten Reihen des Parketts war suboptimal. Eine eingehende Untersuchung der Problematik mithilfe detaillierter raumakustischer Bestandsmessungen ergab, dass die Form des Orchestergrabens zu langgestreckt, zu wenig tief und nicht hoch genug war, die geometrische Formgebung und materielle Ausgestaltung des Proszeniums akustisch ungünstig war, und die gemessenen Impulsantworten eine Energielücke nach dem Direktschall und einen darauffolgenden Reflexionscluster aufwiesen. Mit Hilfe geeigneter Simulationen

in einem Computersimulationsmodell und prozessbegleitender detaillierter raumakustischer Messungen konnte eine sichere Vorhersage über die notwendigen Maßnahmen für optimale raumakustische Bedingungen in Orchestergraben, im Proszenium und im Saal getroffen werden. 2006-2007 wurde daher zunächst eine neue, vergrößerte Geometrie des Orchestergrabens mit diffusierenden Tieftonabsorbern realisiert, 2010 folgte der Einbau komplett neuer Proszeniumswände und neuer Orchesterreflektoren. Das Ergebnis ist ein deutlich verbesserter Kontakt der Musiker untereinander im Orchestergraben und ein signifikant homogenerer Klang im Saal. Der Beitrag zeigt die akustischen Planungsschritte, die verwendeten Evaluierungsmethoden und die Ergebnisse der Beratung auf.

Sitzung „Fahrzeugakustik 3 - Schiene“

Do. 8:30 3D

Fahrzeugakustik 3 - Schiene

Einfluß der Schienenrauheit auf den Geräuschpegel von Schienenfahrzeugvorbeifahrten

C. Eichenlaub und L. Krüger

Alstom Transport Deutschland

Das Rad-Schiene-Geräusch dominiert bei Vorbeifahrten von Schienenfahrzeugen das zugehörige Geräuschereignissen über einen weiten Geschwindigkeitsbereich. Da dieses Geräusch aus der Wechselwirkung von Rad und Schiene resultiert, Typtests von Fahrzeugen aber idealerweise nur von Fahrzeugeigenschaften abhängig sein sollen, finden Typtests in der Regel auf sehr glatten Schienen statt. Der Beitrag zeigt, welchen Einfluß die Schienenrauheit auf das Messergebnis haben kann und zeigt, wie im Rahmen von Zulassungsverfahren und Kundenabnahmen Messungen auf Gleisen mit höherer Schienenrauheit zu bewerten sind.

Do. 8:55 3D

Fahrzeugakustik 3 - Schiene

Lärmarme Oberbautypen aus der Kombination relevanter Einflussfaktoren an Schienenwegen

C. Czolbe

PROSE AG

Im relevanten Geschwindigkeitsbereich der Eisenbahn dominiert auf Seite der Emission der Anteil des Rollgeräuschs. Dieses wird durch die Rauheiten von Rad und Schiene verursacht, die Höhe der Schallemission hängt jedoch auch vom Gleisoberbau ab. Der Einfluss der Dämpfung von Oberbaukonstruktionen und des verwendeten Schientyps wurde bereits theoretisch durch Simulation untersucht und soll nun anhand einiger realer Messbeispiele diskutiert werden. Die Schienenrauheiten auf der Strecke wurden in den vergangenen Jahren mittels indirekter Verfahren für einige tausend km Netz bestimmt. Auch hier zeigen sich gewisse

Einflüsse und Abhängigkeiten des Oberbautyps auf den Schienenrauheitsverlauf und -Entwicklung. Aufgrund der unterschiedlichen Dämpfungseigenschaften im Frequenzbereich und der jeweiligen Rauheitsspektren lassen sich die Oberbautypen verschiedenen Geschwindigkeitsbereichen zuordnen. Durch den Einsatz von Schienenstegabsorbern wird heutzutage nachträglich die Dämpfung eines Gleisabschnittes erhöht und die Schallabstrahlung reduziert. Die Wirkung der Schienenstegabsorber ist allerdings stark vom Ausgangszustand des Gleises und der verwendeten Zwischenlage abhängig. Mitunter führt ein Ersatz der Zwischenlage zur gleichen Pegelreduktion als der Anbau von Schienenstegabsorbern. Aus diesem Katalog von Einflussfaktoren lassen sich "lärmmilde Oberbautypen" ableiten und der jeweiligen Situation entsprechend mit den Ansprüchen des Gleisbaus vereinen. Bei zukünftigen Streckensanierungen oder Neubaustrecken sollte dies vermehrt berücksichtigt werden, um von Beginn an optimale Voraussetzungen für einen geräuscharmen Schienenverkehr zu bieten.

Do. 9:20 3D

Fahrzeugakustik 3 - Schiene

Strukturdynamisches und akustisches Modell für das Eisenbahngleis

C. Marter^{a,b} und M. Ochmann^b

^aTU Dresden; ^bBeuth Hochschule für Technik Berlin

Seit mehreren Jahren ist die Schallabstrahlung von Schienenfahrzeugen Gegenstand der Forschung. Es wird dabei verstärkt der Fokus auf das Eisenbahnrad gelegt. Neben dem Rad strahlen jedoch auch andere Komponenten des Fahrzeug-Fahrweg-Systems Schall ab. Als Wichtigste ist hierbei die Schiene zu nennen. Zur schalltechnischen Untersuchung wurde ein modernes Gleismodell erstellt, welches den speziellen Bedürfnissen der Strukturmechanik und der Akustik genügt. Dazu wurde das Transfermatrizenverfahren zur Modellierung der Strukturmechanik auf Basis einer FE-Modellierung und die Rand-Element-Methode zum Berechnen des akustischen Feldes herangezogen. Dieses Modell arbeitet zweckmäßigerweise im Frequenzbereich und berücksichtigt die Unendlichkeit der Schiene und deren diskrete Fesselung über die Schwellen im Gleisbett. Die Verfahren zur Modellerstellung werden vorgestellt, sowie auf deren numerische Probleme und Besonderheiten hingewiesen und soweit es möglich ist, werden diese auch interpretiert. Als Ergebnis werden exemplarische Berechnungen präsentiert.

Do. 9:45 3D

Fahrzeugakustik 3 - Schiene

Curve squeal control of metros and trams

V. Belleville und N. Vincent

VIBRATEC, Ecully (F)

Curve squeal of metro and tram vehicles is generally dominated by pure tone high frequency components. Noise levels up to about 100 dBA can be recorded at 7.5 m from the track.

Curve squeal generally occurs in sharp curves, whose radii are typically below 150 meters. Such curves are usually found on existing metro tracks as well as on tramway lines passing through the very centre of cities with narrow streets.

At first the state of the art regarding curve squeal generation is reviewed. Physical phenomena involved in squeal generation are presented. Main parameters influencing squeal occurrence are reviewed and are illustrated with laboratory investigations on scale-models and with measurement campaigns on metro and tramway lines.

Then, curve squeal mitigation measures available at present are presented. Field experiments aiming at assessing their efficiency are shown.

The conclusion stresses on the relevance of implementing simultaneously at least 2 mitigation measures in order to eradicate squeal with confidence. (Author: Nicolas Vincent)

Do. 10:10 3D

Fahrzeugakustik 3 - Schiene

Studie zu besonders lärmarmen Güterwagen - Basis zur Erweiterung des Trassenpreissystems in der Schweiz

T. Thron

PROSE GmbH

Es werden Ergebnisse einer Studie zur Festlegung akustischer Grenzwerte für "besonders lärmarme Güterwagen" präsentiert, die als Basis für die Erweiterung des lärmabhängigen Trassenpreissystems in der Schweiz dienen. Als wesentliche Neuerung wird eine verbindliche Einhaltung von Grenzwerten während der Fahrzeugabnahme und während des regulären Fahrzeugbetriebs definiert. Eine weitere Neuerung besteht in der Definition von kontinuierlichen Grenzwerten in Abhängigkeit von der Anzahl Achsen pro Fahrzeuglänge (apl). Im Vergleich zu den bestehenden TSI Grenzwerten für neue Güterwagen ergeben sich daraus um bis zu 5 dB(A) niedrigere Grenzwerte. Für einen sich im Betrieb befindlichen besonders lärmarmen Güterwagen wird ein Grenzwert definiert, der den Abnahmewert um 2 dB(A) überschreiten darf. Bei Bogenfahrt in einem Referenzgleisbogen darf die Pegelzunahme gegenüber dem Abnahmewert im geraden Gleises maximal 3 dB(A) betragen. Anhand von zahlreichen Referenzmessungen an bestehenden Güterwagen sowie auf Basis von Modellrechnungen werden die gewählten Grenzwerte bestätigt.

Sitzung „Fahrzeugakustik 4“

Do. 14:00 3D

Fahrzeugakustik 4

Die Überarbeitung der TSI-Noise und der DIN EN ISO 3095N. Meunier und C. Gerbig*Deutsche Bahn AG*

Im Jahr 2009 wurde eine eingeschränkte Überarbeitung der TSI Lärm von der ERA, der europäischen Eisenbahngesellschaft, durchgeführt. Die erklärten Ziele der ERA waren die Korrektur von erkannten Fehlern sowie die Reduzierung der Kosten für die Lärmmessungen und die Zertifizierung von Fahrzeugfamilien. Im selben Zeitraum unternahm das europäische Normungsgremium CEN TC 256 WG3 eine umfangreiche Überarbeitung der Geräuschprüfnorm EN ISO 3095, mit dem Ziel, die optimierten Messverfahren in die neue TSI Lärm einzubringen. Beide Regelwerke, die voraussichtlich im Laufe des Jahres 2011 in Kraft treten werden, bringen eine Reihe von Neuigkeiten sowohl technischer als auch politischer Natur mit sich. Der Vortrag erläutert und bewertet die wesentlichen Änderungen - insbesondere in Hinblick auf das Referenzgleis sowie auf den Zertifizierungsprozess - und stellt anhand von konkreten Fallbeispielen die Auswirkungen für die Anwender (NoBos, Hersteller, Prüfstellen) anschaulich dar.

Do. 14:25 3D

Fahrzeugakustik 4

Kombination von Partikelfiltern mit Schalldämpfern für DieselmotorenM. Krämer, P. Brandstätter und K. Bay*Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

Im Rahmen eines BWPLUS Projektes wurde nach platzsparenden und integrierten Lösungen für Schalldämpfer und Partikelfilter für Dieselmotoren und -aggregate mittels einer aktiven Schalldämpferlösung gesucht. Es wird ein Konzept vorgestellt um übliche aktive Systeme auch in Abgassystemen unter extremen Randbedingungen einzusetzen. Als weitere alternative wird ein Hubkolben-Aktuator als aktive Komponente vorgestellt dessen Funktion auch unter schwierigen Einsatzbedingungen im Abgasstrang möglich erscheint.

Do. 14:50 3D

Fahrzeugakustik 4

Qualität der Tachoinformationen aus CAN/OBD-2 im Vergleich zu Sensor-erfassten DrehzahlenB. Virnich*Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH*

Bei der Messung an rotierenden Bauteilen oder Motoren 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. Zunehmend sind im Fahrzeug auch digitale Busse für die Kommunikation verbaut. Der CAN-Bus bietet eine weitere Möglichkeit, Drehzahlinformationen zu bekommen. Oft ist auch am OBD-2 Servicestecker eine Drehzahlinformation abzugreifen. Es werden die verschiedenen Arten der Drehzahlerfassung vorgestellt und mögliche Auswirkungen auf die Genauigkeit der Ordnungsanalyse erläutert.

Do. 15:15 3D

Fahrzeugakustik 4

Simulation verschiedener akustischer Transferpfade an einem Dieselmotor unter Verwendung künstlicher neuronaler NetzeK. Hintz, T. Luft, W. Henze und H. Tschöke*O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Inst. für Mobile Systeme*

Der Analyse akustischer Kenngrößen wird heute bereits im Entwicklungsprozess eines Fahrzeugs große Bedeutung beigemessen. Besonders in Bezug auf das Motorgeräusch sind jedoch auch Analysen während des regulären Fahrzeugbetriebs von Interesse. Als Schwierigkeit erweist sich hierbei die messtechnische Erfassung einiger akustischer Kenngrößen. Der benötigte Messaufwand bei der Geräuschanalyse kann durch geeignete Simulationen reduziert werden. Der Beitrag beschreibt Ansätze zur Simulation von akustischen Transferpfaden mithilfe neuronaler Netze, wobei die resultierenden Modelle das Körperschall- und Abstrahlmaß gleichermaßen abbilden sollen. Als Versuchsmotor dient ein 4-Zylinder-Common-Rail-Dieselmotor. Zur Erfassung des Zylinderdruckes wird dieser mit einem Indiziersystem ausgestattet. Die Aufzeichnung der Körper- und Luftschallgrößen erfolgt an geeigneten Messpositionen mithilfe von Beschleunigungsaufnehmern beziehungsweise Mikrofonen. Die Modelle werden mit MATLAB und Simulink entwickelt. Experimentelle Daten bilden hierbei die Grundlage zur Modifikation der trainierbaren Gewichte der neuronalen Netze. Hierfür werden dem Algorithmus mehrere Eingangssignale und ein entsprechendes Ausgangssignal, welches in synthetisierter Form vorliegen kann, bereitgestellt. Der sich anschließende Vergleich der Modellausgänge mit gemessenen Signalen dient der Simulationsverifikation für verschiedene Motorbetriebspunkte. Der Beitrag zeigt die Möglichkeiten und Grenzen

der entwickelten Simulationsansätze auf und leitet daraus Schlussfolgerungen für die Fortführung der Arbeiten ab.

Do. 15:40 3D

Fahrzeugakustik 4

Einsatz der OTPA im Rahmen der Innengeräuschentwicklung am Beispiel eines Elektrotriebzuges

A. Sievi^a, M. Lohrmann^b, B. Stegemann^c und P. Rüst^c

^aMüller-BBM GmbH; ^bMüllerBBM Vibroakustik Systeme GmbH; ^cBombardier Transportation

Im Rahmen der akustischen Fahrzeugentwicklung ist die Kenntnis über die dominierenden Geräuschquellen und der dominierenden Übertragungswege die notwendige Grundlage für eine zielgerichtete akustische Fahrzeugauslegung und Entwicklung von akustischen Maßnahmen bei Zielabweichung. Die Operationelle Transferpfadanalyse (OTPA) ist eine Methode, die es ermöglicht, dieses Systemverständnis effizient und innerhalb kürzester Zeit ausschließlich auf Basis im realen Betrieb gemessener Daten zu gewinnen. Insbesondere bei Schienenfahrzeugen, deren künstliche Anregung mittels Shaker oder Impulshammer meist nur schwer möglich und mit großem Aufwand verbunden ist, bietet diese Methode neue Möglichkeiten. In dem Beitrag werden zunächst die Grundlagen der Methode und deren Vor- und Nachteile gegenüber der klassischen Transferpfadanalyse dargestellt. Exemplarisch wird die Methode der OTPA an einem Elektrotriebzug angewendet und daraus die Ergebnisse für die Fahrzeugentwicklung abgeleitet. Darüber hinaus wird der Einfluss der verwendeten Referenzsensoren und der verwendeten Betriebsdaten auf die Genauigkeit der ermittelten Übertragungsfunktionen für die schienenfahrzeugtypischen Geräuschquellen diskutiert.

Do. 16:30 3D

Fahrzeugakustik 4

Validierung eines Ray-Tracing-Modells zur Simulation der Akustik in Flugzeugkabinen

K. Hoge, M. Rescheleit und O. von Estorff

TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung

Zu einem hohen Komfort für Passagiere und Flugpersonal gehört, gerade bei längeren Flügen, auch eine ruhige Atmosphäre. Nur so wird die Reisezeit gleichzeitig zu einer Erholungsphase oder kann als Arbeitszeit genutzt werden.

Mögliche Maßnahmen zur akustischen Optimierung sollen aus wirtschaftlichen Gründen möglichst gewichtsneutral realisiert werden. So spielt neben der akustischen Dämmung der Primärstruktur vor allem eine geschickte Auswahl und Platzierung der in der Einrichtung der Kabine verwendeten Materialien eine Rolle.

In dem vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse eines modifiziertes Ray-Tracing Verfahrens zur Simulation der Flugzeugkabinenakustik vorgestellt. Das Modell berücksichtigt die Kabinen Oberflächen, mit deren entsprechenden akustischen Eigenschaften.

Die Simulationsergebnisse wurden in mehreren Schritten validiert. Zuerst galt es die Ergebnisse mit Messungen in einem für das Modell vorteilhaften Schallfeld und einer einfachen Raumgeometrie zu vergleichen. Es folgten Abgleiche mit immer komplexer werdenden Geometrien und höherer Absorption sowie komplexerem Schallfeld. Schließlich wurde ein Vergleich mit Messungen in verschiedenen Flugzeugkabinen durchgeführt. Auf diese Weise wurden Rückschlüsse auf Unsicherheiten in Bezug auf Eingangsparameter, Schallfeldsituation und Frequenzbereich in der Simulation ermöglicht.

Do. 16:55 3D

Fahrzeugakustik 4

Waveguide-Finite-Element basierte Parameterstudie zum Rollwiderstand von PKW-Reifen

C. Hoever, P. Sabiniarz und W. Kropp

Chalmers University of Technology, Göteborg

Geringer Rollwiderstand und niedriger Geräuschpegel sind zwei Eigenschaften, die bei einem PKW-Reifen oftmals als in einem Spannungsfeld zueinander stehend angesehen werden. Gleichzeitig werden zukünftig durch legislative Änderungen in beiden Bereichen erhöhte Anforderungen an Reifen gestellt werden.

In Anbetracht der Tatsache, dass es in der Literatur wenig bis keine detaillierten Informationen über den Zusammenhang zwischen Rollwiderstand und akustischem Verhalten von PKW-Reifen gibt, erscheint eine eingehende Untersuchung mit dem Ziel des besseren Verständnisses dieser Thematik erstrebenswert.

In einem ersten Schritt wird dazu ein Waveguide-Finite-Element-Modell (WFEM) eines PKW-Reifens mit einem nicht-linearen quasi-3D Kontaktmodell zur Berechnung der Kontaktkräfte zwischen Reifen und Straßenoberfläche kombiniert. Daraus kann eine detaillierte Aussage über die Reifenvibrationen getroffen werden. In einem weiteren Schritt wird über die potentielle Energie und die Dämpfungseigenschaften der Rollwiderstand des Reifens in Form von dissipierter Leistung berechnen. Dabei können detaillierte Aussagen über die Dissipationsverteilung in verschiedenen Frequenzbereichen, Wellenordnungen oder Teilen des Reifens getroffen werden.

Mittels einer Parameterstudie wird untersucht, wie der Rollwiderstand durch Materialeigenschaften oder konstruktive Merkmale des Reifens beeinflusst wird.

Sitzung „Bauakustik 6 - Trittschall“

Do. 8:30 3H

Bauakustik 6 - Trittschall

Trittschallmessungen im ModellmaßstabC. Bethke^a, I. Hentscher^b und V. Wittstock^a^aPhysikalisch-Techn. Bundesanstalt, Braunschweig; ^bImakum GmbH

Bauakustische Messreihen erfordern häufig einen großen baulichen Aufwand. Um diesen Aufwand zu reduzieren und trotzdem umfangreiche Experimente durchführen zu können, wurde in der Vergangenheit an der PTB die bauakustische Modellmesstechnik entwickelt. Sie wurde zunächst nur für Luftschalldämmungen angewendet, da es sich hierbei um Relativmessungen handelt, deren Ergebnisse bei verschiedenen Anregekräften ihre Gültigkeit behalten. Diese Arbeiten wurden nun auf die Messung des Normtrittschallpegels erweitert. Bei dieser Messung handelt es sich um ein Absolutverfahren mit genormter Anregung, so dass ausführlich untersucht werden musste, wie die im Modell gewonnenen Ergebnisse auf reale Verhältnisse übertragen werden können. Es zeigte sich, dass sowohl für homogene Betondecken als auch für einfache Holzbalkendecken eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Modell und Original erzielt werden kann. Damit ergeben sich für die Zukunft umfangreiche Messmöglichkeiten.

Do. 8:55 3H

Bauakustik 6 - Trittschall

Optimierte Holzbalkendecken - Teil 1: Neue Strategien zur Verbesserung des Trittschallpegels von Holzbalkendecken im tieffrequenten Bereich

W. Rümmler und J. Seidel

Knauf Gips KG

Trotz sehr guten $L_{n,w}$ sind Holzbalkendecken vor allem im tieffrequenten Bereich oft unbefriedigend. Übliche Optimierungsstrategien sind die drastische Erhöhung der Masse auf der Decke oder im Deckenhohlraum und die Entkopplung mit Elastomeren.

Der Vortrag stellt neuartige Konstruktionsgrundsätze und eine konkrete Umsetzung vor, die hervorragenden Schallschutz bieten. Die wichtigsten Ansätze sind:

- 1.) Vermeidung von Resonanzen durch Konzentration auf eine einzige Entkopplungsmaßnahme mit ausreichend tiefer Resonanzfrequenz.
- 2.) Optimale Verteilung der Masse zwischen Unterdecke und Deckenauflage.
- 3.) Tragbalken und Decklage als steife, schwere Gesamteinheit.

Die Einleitung von Körperschallenergie wird dadurch deutlich verringert. Mit einem Gesamtgewicht von 150 kg/m^2 der Decke konnte ein $L_{n,w}$ von 36 dB erreicht werden. Durch die Resonanzfrequenz $< 20 \text{ Hz}$ zeigt die Decke auch im tieffrequenten Bereich hervorragenden Trittschallschutz. Die Optimierung der Flankenübertragung wird im zweiten Teil des Vortrages beschrieben.

Do. 9:20 3H

Bauakustik 6 - Trittschall

Optimierte Holzbalkendecken - Teil 2: Flankenübertragung

J. Seidel und W. Rümmler

Knauf Gips KG

Im vorangegangenen ersten Teil des Vortrages wurde eine Holzbalkendecke vorgestellt, die durch eine leistungsfähige Unterdecke ohne schwimmenden Estrich hervorragenden Trittschallschutz im Prüfstand ohne Nebenwege bewiesen hat. In dieser Kombination erscheint der Übertragungsweg D_f vom Hammerwerk in die Decke (D) über die flankierende Wand (f) in den Senderraum zunächst wie ein offenes Scheunentor. Im Prüfaufbau mit einer tragenden Holzrahmenbauwand als Flanke hat sich jedoch gezeigt, dass die Nebenwegsübertragung erst im leicht beherrschbaren Frequenzbereich ab 100 Hz dominiert. Da dieser Frequenzbereich im Anregungsspektrum einer gehenden Person schwach vertreten ist, führen die Nebenwege in Verbindung mit dieser Anregung zu keiner Verschlechterung.

Mit dem Normhammerwerk kommt es zu der ungewohnten Situation, dass mit dem Spektrumanpassungswert $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ die 53 dB-Marke eingehalten wird, der bewertete Normtrittschallpegel $L_{n,w}$ allein jedoch 7 dB darüber liegt. Um nun Normtrittschallpegel nach den geltenden Anforderungen zu erzielen, können verbessernde Maßnahmen an den flankierenden Wänden oder an den Stoßstellen zum Einsatz kommen. Viel einfacher ist es jedoch, dem Aufbau wieder einen schwimmenden Estrich hinzuzufügen. Ein dünner Trockenestrich mit moderater Trittschalldämmung, jedoch hoher Bedämpfung und daher minimaler Verschlechterung in der Resonanz genügt, um auch den formalen Anforderungen genüge zu leisten.

Do. 9:45 3H

Bauakustik 6 - Trittschall

Holzbalkendecken in der AltbausanierungA. Mayr^a, F. Schöpfer^a, A. Rabold^b und U. Schanda^a^a Hochschule Rosenheim; ^b ift Schallschutzzentrum, Rosenheim

Die Altbausanierung nimmt am Gesamtvolumen der Bautätigkeit eine bedeutende Stellung ein. Eine umfassende und effiziente Planung der Sanierungsmaßnahmen ist somit wichtig. Besonders sorgfältiger Planung bedarf dabei die Trenndecke, da sie in Altbauten häufig als Holzbalkendecke ohne ausreichende schalldämmende Maßnahmen ausgeführt wurde. Die vorhandenen Planungsgrundlagen für den Schallschutznachweis von Holzbalkendecken in Massivbauten sind in der derzeitigen Fassung der DIN 4109 mit zwei Ausführungsbeispielen sehr lückenhaft. Bezüglich der Einschätzung der Luft- und Trittschalldämmung sowie der Flankenübertragung einer Altbaudecke bestehen somit mangels ausreichender Grundlagen große Unsicherheiten. Im bereits abgeschlossenen Teil 1 eines Forschungsvorhabens am ift Rosenheim wurden deshalb praxisrelevante Deckenkonstruktionen inklusive Sanierungsmaßnahmen messtechnisch im Labor erfasst und kategorisiert. In

Teil 2, von der Hochschule Rosenheim und dem ift Rosenheim gemeinsam bearbeitet, werden Planungsgrundlagen erstellt, um die umfangreichen Laborergebnisse durch eine Prognose der Flankenübertragung auf die jeweilige Bausituation übertragen zu können. Hierzu wird aus Gründen der Praxistauglichkeit ein vereinfachtes Verfahren mit Einzahlwerten angestrebt. Die Berechnungen orientieren sich dabei an den bereits vorhandenen Berechnungsmodellen nach DIN EN 12354 - die in das Nachweisverfahren nach DIN 4109 (neu) eingehen werden. Ein Abgleich der Berechnungen wird anhand von Baumessungen ausgewählter Holzbalkendecken in Altbausituationen durchgeführt und vorgestellt.

Do. 10:10 3H

Bauakustik 6 - Trittschall

Helmholtzresonatoren in Holzbalkendecken zur Absorption tieffrequenten Trittschalls

U. Schanda, U. Link, M. Schramm und M. Wolf

Hochschule Rosenheim

Leichte Holzdecken sind bekannt für deren hohe Trittschallpegel im tieffrequenten Bereich. Spektrumsanpassungswerte, erweitert auf den Frequenzbereich ab 50 Hz, erreichen Werte mitunter bis 20 dB und belegen die schlechte Trittschalldämmung von Leichtbaudecken unter 100 Hz. Konstruktive Maßnahmen zur Verbesserung sind schwierig und meist mit einer deutlichen Erhöhung der flächenbezogenen Masse verbunden. Als alternative Maßnahme könnten Helmholtzresonatoren dienen, welche eingebaut als konstruktive Komponente der Decke den tieffrequenten Trittschall absorbieren. Im Rahmen eines laufenden Forschungsprojektes wurden derartige, auf den Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 100 Hz abgestimmte Resonatoren untersucht und bereits auf der DAGA 2010 vorgestellt. Präsentiert werden nun die Ergebnisse der Integration dieser Helmholtzresonatoren in einer Holzbalkendecke und deren Auswirkung auf den tieffrequenten Trittschall. Es wurden Verbesserungen im Spektrumsanpassungswert $CI_{1,50-2500}$ erzielt. Betrachtet man gezielt den Frequenzbereich der Abstimmung der Resonatoren und die Trittschallpegel beim tatsächlichen Begehen der Decke, so kann die Wirkung der Helmholtzresonatoren sehr deutlich herausgestellt werden. Hierbei können Verbesserungen in einzelnen Terzbändern von 10 dB erreicht werden. Insbesondere konnte durch Vergleichsmessungen auch der Übertragungsweg für tieffrequenten Trittschall genauer beleuchtet werden.

Sitzung „Bauakustik 7 - Einbauten“

Do. 14:00 3H

Bauakustik 7 - Einbauten

Schalldämmung von VerbundglasB. Saß*ift Schallschutzzentrum, Rosenheim*

Die Schalldämmung von Glaskonstruktionen mit Verbundglas hängt zu einem wichtigen Teil ab von der Eigenschaft der Zwischenschicht zwischen den Glastafeln. Diese besteht in aller Regel aus Kunststofffolien mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften, die für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der Verbundscheiben (im wesentlichen Sicherheitsglas und / oder Schalldämmung) entwickelt werden.

Äußerlich ist den Verbundscheiben nicht anzusehen welche Art Verbundschicht verarbeitet worden ist. Daraus resultiert bei der Durchführung von Schallprüfungen eine Unsicherheit darüber, welcher Typ Verbundschicht vorhanden ist, und ob die verwendete Folie der Deklaration des Herstellers entspricht. Vor diesem Hintergrund wurde an der Fachhochschule Rosenheim in Zusammenarbeit mit dem ift Rosenheim eine Diplomarbeit durchgeführt mit dem Ziel, den verwendeten Folientyp zu identifizieren. Ergebnisse aus dieser Diplomarbeit werden in dem Beitrag vorgestellt. Auch Ergebnisse von statistischen Analysen zur Streuung der Daten von Schallmessungen mit Verbundglas wurden durchgeführt und werden in Auszügen präsentiert.

Do. 14:25 3H

Bauakustik 7 - Einbauten

Schalldämmung von FensterlüfternJ. Hessinger*ift Schallschutzzentrum, Rosenheim*

Belebt durch die Neufassung der DIN 1946-6 wird der Bedarf an Lösungsmöglichkeiten zur Sicherstellung des erforderlichen Luftwechsels im Wohnungsbau ansteigen. So kann in Zukunft z.B. im mehrgeschossigen Wohnungsbau auf geplante Lüftungstechnische Maßnahmen nicht mehr verzichtet werden. Zur Umsetzung der Lüftung zum Feuchteschutz werden oft Fensterlüfter hergenommen. Bei der Planung von solchen Fensterlüftern können die Einsatzempfehlungen aus der ift Richtlinie LU 02/1 angewendet werden.

In der Baupraxis werden Fensterlüfter entweder in den Fensterfalz integriert oder als Aufsatzelement am oder im Fenster eingesetzt. Der Einfluss solcher Lüftungselemente auf den Schallschutz soll in diesem Beitrag diskutiert werden. Hierbei wird auch auf die Abhängigkeit von Schalldämmung und Luftwechselraten eingegangen. Anhand von typischen praxisgerechten Konstruktionen werden die Möglichkeiten und Grenzen einer schalldämmten Fensterlüftung aufgezeigt.

Do. 14:50 3H

Bauakustik 7 - Einbauten

Efficiency study on sound masking application to reduce annoyance in offices

E. Borges Leao, V. Huckemann und M. Leao

TU Braunschweig, Inst. für Gebäude- und Solartechnik

Natural ventilation can be applied in office buildings in order to reduce the energy demand of air-conditioning, however the annoyance caused by incoming traffic noise can be a disadvantage on applying this strategy. The main objective of this study is to evaluate the efficiency of sound masking systems to support natural ventilation. When the window is opened on its maximum position usage, only small differences were found in the spectra of the incoming noise, although different window types presented a large variety of sound insulation curves at closed conditions. Therefore a reference spectrum of traffic noise inside office rooms with open windows (target noise) was created through energetic mean of sound insulation curves from different window types in relation to typical urban traffic noise. Sound masking system is able to reduce annoyance from distracting external noise when a masker, like water sound, is applied with at least the same overall sound level in the office room with open windows. Therefore, in average, a maximum change of 3 dB sound level will be provided whenever the windows are open or not. Limits of $L_{eq} \approx 50$ dB(A) were found to be acceptable in office rooms when a pleasant masker is dominant.

Do. 15:40 3H

Bauakustik 7 - Einbauten

Körperschalldämpfung bei Bade- und Duschwannen

S. Öhler, L. Weber und J. Mohr

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Zu den Geräuschen haustechnischer Anlagen zählen im Fall von Dusch- und Badewannen z. B. die Prallgeräusche des Wasserstrahls beim Duschen oder beim Befüllen der Wanne. Als nicht weniger störend werden Nutzergeräusche empfunden, die z. B. durch das "Rubbeln" in der Wanne oder das Abstellen einer Shampooflasche verursacht werden. Um die Geräuschübertragung in benachbarten Wohnräume zu reduzieren, werden vor allem elastische Entkopplungselemente (z. B. Schaumstoffbänder am Wannenanrand sowie körperschallisolierende Wannenanker und -füße) verwendet, die die Schalleinleitung in den Baukörper herabsetzen.

Aus statischen und technischen Gründen - wie z. B. der Einsenkung beim Befüllen der Wanne - dürfen die elastischen Elemente jedoch nicht zu weich ausgeführt werden, was ihre akustische Wirkung in erheblichem Maße begrenzt. Um dennoch die Einhaltung der Schallschutzanforderungen zu gewährleisten, werden bei Stahlemailwannen vermehrt körperschalldämpfende Beläge (Bitumenmatten) eingesetzt. Diese sogenannten Entdröhnbeläge verringern die Schwingungen der Wannenoberfläche und bewirken auf diese Weise nicht nur eine Absenkung des in

den Installationsraum abgestrahlten Luftschalls sondern auch eine Reduktion der Körperschallübertragung in den Baukörper.

Der Beitrag befasst sich mit der technischen Ausführung und der akustischen Wirkung körperschalldämpfender Beläge, wobei das Augenmerk nicht nur Stahlemailwannen, sondern in besonderen Maße auch unterschiedlichen Konstruktionsvarianten bodenebener Duschelemente gilt.

Do. 16:05 3H

Bauakustik 7 - Einbauten

Schallübertragung durch Silikonfugen

L. Weber, C. Sarikaya, S. Öhler und J. Mohr

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Viele Sanitärobjekte, wie z. B. Bade- und Duschwannen oder Waschtische, werden zum Bauwerk hin mit Silikonfugen abgedichtet. Verfügt das Sanitärobjekt über eine wirksame Körperschallentkopplung (im Falle von Badewannen z. B. elastische Befestigungselemente und Wannenfüße), so verbleibt die Silikonfuge als maßgebender Schallübertragungsweg, der den resultierenden Installations-Schallpegel bestimmt.

Die Schallübertragung von Silikonfugen hängt von mehreren Faktoren ab, von denen insbesondere Geometrie und Abmessungen der Fuge zu nennen sind. Des weiteren spielen auch die elastischen Eigenschaften des verwendeten Materials eine wichtige Rolle, wobei zwischen verschiedenen Arten von Sanitär dichtstoffen beträchtliche Unterschiede bestehen. Das akustische Verhalten der Fugen überspannt daher einen weiten Bereich, der von der Körperschallisolation bis hin zur Körperschallbrücke reicht.

In dem Beitrag wird über messtechnische Untersuchungen an Silikonfugen im Sanitärbereich berichtet. Neben dem akustischen Einfluss der Fugegeometrie wird dabei insbesondere auch auf Unterschiede in den elastischen Eigenschaften zwischen verschiedenen Arten von Silikon und Acryl eingegangen.

Do. 16:30 3H

Bauakustik 7 - Einbauten

Untersuchung der Schallübertragung von entkoppelten Treppenläufen im Prüfstand und am Bau

C. Fichtel^a, J. Scheck^b, E. Taskan^b und H.-M. Fischer^b

^aSTEP GmbH; ^bHochschule für Technik Stuttgart

Die Entkopplung von massiven Treppenläufen entspricht heutzutage dem Stand der Technik. Dennoch gibt es bislang kein genormtes Prüfverfahren zur schalltechnischen Kennzeichnung von Entkopplungselementen. Ein zuverlässiges Prognoseverfahren ist momentan weder in der nationalen noch in der internationalen Normung verfügbar. Anhand von Untersuchungen im Treppenprüfstand und am Bau wurde die Trittschallübertragung von entkoppelten Treppenläufen untersucht. Basierend darauf wird ein Vorschlag für die schalltechnische Kennzeichnung von Entkopplungselementen gemacht und ein EN ISO 12354 kompatibles Prognoseverfahren vorgestellt.

Sitzung „Verkehrslärm 2“

Do. 8:55 2D

Verkehrslärm 2

Die neue DIN 45673U. Lenz*I.B.U. Ing.-Büro Uderstädt + Partner*

Schienenverkehrswege erzeugen neben Luftschallimmissionen auch Körperschall- und Erschütterungsmissionen in der Nachbarschaft. Mit dem Einsatz unterschiedlicher elastischer Oberbauformen werden die Körperschall- und Erschütterungsemissionen der Gleisanlagen von Schienenverkehrswegen gemindert. Zur Ermittlung der elastischen Eigenschaften dieser Oberbauformen und zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind entsprechende Laborprüfungen durchzuführen. In der neuen DIN 45673 sind die Oberbauformen klassifiziert und es werden entsprechende Prüfungen der unterschiedlichen Varianten beschrieben. Die neue DIN 45673 ergänzt hier die europäische Normung.

Do. 9:20 2D

Verkehrslärm 2

Akzeptanz und Nutzung passiver Schallschutzmaßnahmen (Schallschutzfenster, Belüftungsvorrichtungen)D. Schreckenberg*ZEUS GmbH*

Die Stadt Raunheim ist durch den Flugverkehr am Frankfurter Flughafen und der dadurch verursachten Flugverkehrsgeräuschbelastung stark betroffen. Drei Viertel der in einer 2005 durchgeführten Belästigungsstudie befragten Raunheimer Bürgerinnen und Bürger fühlten sich durch den Fluglärm stark bis äußerst belästigt. Insbesondere bei Ostbetriebsrichtung werden Tagesmittelungspegel oberhalb von 60/65 dB erreicht.

Aufgrund der hohen Geräuschbelastung haben Immobilienbesitzer in Raunheim ein Anrecht auf Finanzierung passiver Schallschutzmaßnahmen (Schallschutzfenster, Belüftungsvorrichtungen) durch den Flughafenbetreiber.

Der Schutz vor Fluglärm im Innenraum durch Schallschutzfenster entfaltet dann seine volle Wirksamkeit, wenn entsprechend die Fenster geschlossen gehalten werden. Dies kann allerdings Nachteile im Hinblick auf die raumklimatischen Bedingungen, der Behaglichkeit in den Wohnräumen und ggf. störender Geräusche der Lüftungsanlage/-ventilatoren mit sich bringen.

Inwieweit das Anrecht auf Teilnahme am passiven Schallschutzprogramm des Flughafenbetreibers in Anspruch genommen wird, wie Schallschutzfenster und Belüftungsvorrichtungen genutzt und akzeptiert werden, wie die Bewohner die Belästigung durch den Lärm von außen erleben und wie sie das Raumklima je nach Fensterstellung vor allem in den Schlafräumen beurteilen, ist Gegenstand einer Befragung die in Raunheim im Auftrag des Magistrats Raunheim Ende 2010 durchgeführt

wurde. In dem Beitrag wird über die wesentlichen Ergebnisse der Befragung sowie über die daraus ableitbare Bedeutung passiver und aktiver Maßnahmen zum Schutz vor Fluglärm berichtet.

Do. 9:45 2D

Verkehrslärm 2

Alters- und geschlechtsspezifische Reaktionsmuster auf Kfz-Vorbeifahrgeräusche

R. Schmook, G. Notbohm und S. Schwarze

H.-Heine-Univ. Düsseldorf, Inst. f. Arbeits- und Sozialmedizin

Bei früheren Laborstudien zur Wirkung von Kfz-Vorbeifahrgeräuschen fanden sich bei jungen männlichen Studenten z. T. unerwartete Diskrepanzen zwischen physiologischen und psychologischen Reaktionen. Um zu prüfen, ob sich diese Effekte auch bei weiblichen bzw. älteren Personen zeigen, wurden die Reaktionen auf Kfz-Vorbeifahrgeräusche bei vier verschiedenen Probandengruppen (Frauen und Männer jeweils in den Altersgruppen 20-30 und 40-55 Jahre, insgesamt 66 Personen) systematisch in einer Laborstudie untersucht. Neben verschiedenen physiologischen Reaktionsmaßen wie periphere Durchblutung (Fingerpulsamplitude), Hautleitfähigkeit und Herzratenvariabilität wurden auch subjektive Geräuschbewertungen erfasst sowie ein Fragebogen zum Erleben der akustischen Umwelt ausgewertet. Es zeigen sich alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den vier Teilgruppen sowohl bei den physiologischen Reaktionen und der subjektiven Bewertung als auch beim Erleben der akustischen Umwelt: Die jüngeren Männer z. B. reagieren hinsichtlich Fingerpulsamplitude am stärksten bei gleichzeitig durchschnittlicher subjektiver Bewertung der Geräusche. Die älteren Frauen dagegen zeigen die stärkste Reaktion in der Hautleitfähigkeit und die stärkste Ablehnung der Geräusche. Ebenso erweisen sie sich in den Angaben zum Erleben der akustischen Umwelt als besonders kritisch gegenüber Umweltlärm, Störungen durch Musik etc. Als mögliche Erklärung werden sowohl biologische Einflüsse diskutiert als auch unterschiedliche Reaktionsmuster auf physiologischer und psychologischer Ebene.

Do. 10:10 2D

Verkehrslärm 2

Bewusstsein und Handeln in der Lärmbekämpfung - ein sozialpsychologischer Modellansatz

I. Schlachter und T. Meloni

Bundesamt für Umwelt, Schweiz

Mehr als 1.2 Millionen Menschen in der Schweiz sind übermässigen Lärmbelastungen durch den Strassenverkehr ausgesetzt. Doch nicht nur der Verkehr generiert Lärm, sondern auch die Fülle der Alltags-handlungen. Verursacher und Leidtragender zugleich ist das Individuum. Lärm bekämpfen beginnt deshalb - nebst rein technischer Lärmbekämpfung und Vollzug der Lärmschutzgesetzgebung - auch im Kopf jedes Individuums. Bereits heute versucht der Bund mittels Öffentlichkeitsarbeit

das Bewusstsein für die Lärmproblematik zu verstärken. Kommuniziert werden vor allem Ausmass und gesundheitliche Folgen der übermässigen Lärmbelastung (Wissensvermittlung). Das Potential zur Lärmminde- rung durch Bewusstseinsbildung wird noch ungenügend ausgenützt - nicht zuletzt aufgrund fehlender Grundlagen im Sinne eines umfassenden Wirkungsmodells, welches die relevanten sozialen und psychologi- schen Mechanismen in aggregierter Form abbildet. Mit dem laufenden Forschungsprojekt soll ein Modell erschaffen und validiert werden, das ein tieferes Verständnis der Bewusstseinsbildung für Individuum und Ge- sellschaft im Bereich der Lärmthematik ermöglicht. Basierend auf dem phasenartig aufgebauten Modell werden mögliche Interventionsstrategi- en entwickelt, die auf eine Veränderung der mentalen und kognitiven Ori- entierungsmuster einwirken und die Thematik in der Wertigkeit der Ge- sellschaft erhöhen. Es werden Aufbau des sozialpsychologischen Mo- dells sowie erste Resultate des Forschungsvorhabens vorgestellt.

Sitzung „Individuelle Lärmbelastung“

Do. 14:00 2D

Individuelle Lärmbelastung

Lärmmessungen auf der Intensivstation

M. Guski^a, R. Scharrer^a, M. Czaplík^b, R. Rossaint^b und M. Vorländer^a

^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*Klinik für Anästhesio- logie, Universitätsklinikum der RWTH Aachen*

Auf der Intensivstation eines Krankenhauses herrscht ein hoher Lärm- pegel. Dies ist auf den hohen Einsatz von technischen Geräten und häufige pflegerische und ärztliche Maßnahmen zurückzuführen. Diese Lärmbelastung führt zu einer erheblichen Beeinflussung der Erholung der Patienten. In einem derzeit durchgeführten Forschungsprojekt soll der Einfluss von Lärm auf objektiv messbare Stressparameter unter- sucht werden. Neben der reinen Lautheit sollen auch psychoakustische Parameter sowie weitere Einflussfaktoren, zum Beispiel die Anzahl von lauten Ereignissen wie Gerätealarmen, ausgewertet werden. Da nicht alle Einflussgrößen zuvor bekannt sind, und eine Echtzeitauswertung aller Parameter gleichzeitig zu aufwändig ist, sollen Langzeitaufnahmen durchgeführt werden. Um bei den Aufnahmen die Privatsphäre der Per- sonen zu schützen wird das Signal verzerrt bevor dieses abgespeichert wird. Dieser Algorithmus macht es unmöglich gesprochene Sprache zu verstehen, während die spektrale Form des Signals erhalten bleibt und spätere Analysen nicht beeinflusst werden. Die Verwendung auf der In- tensivstation stellt weitere Anforderungen an die Messgeräte, insbeson- dere an Größe, Aufbauort und Betriebssicherheit. Für die Messungen wurden iPods (Apple iPod Touch) verwendet. Für diese wurde eine Soft- ware geschrieben, welche die Verzerrung durchführt und die Daten spei- chert, so dass sie später ausgelesen und ausgewertet werden können. Dieses Setup ermöglicht automatische, ununterbrochene Aufzeichnun- gen von über sieben Tagen.

Do. 14:25 2D

Individuelle Lärmbelastung

Bestimmung der individuellen Schutzwirkung von Gehörschutz-Otoplastiken unter realen Messbedingungen mittels eines personalisierten miniaturisierten LärmdosimetersT. Schmidt*Technische Universität Ilmenau*

Die Bestimmung der individuellen Lärmbelastung am Arbeitsplatz stellt in der Praxis oftmals ein Problem dar. Mit den herkömmlichen Lärmdosimetern wird die individuelle Lärmbelastung (Lärmdosis) lediglich in Ohrnähe (meistens auf der Schulter), und lediglich auf einer Seite des Kopfes gemessen. Die tatsächliche Lärmimmission am bzw. im Ohr kann mit diesen Geräten nicht bestimmt werden. Die schalldämmende Wirkung von Gehörschutz-Otoplastiken fließt in die Beurteilung der Lärmsituation zudem nur rechnerisch ein. In der Praxis weisen die verwendeten Gehörschutz-Otoplastiken jedoch teilweise erhebliche Abweichungen von den im Datenblatt zugesicherten Dämmwerten auf. Weiterhin ruft die Kommunikation am Arbeitsplatz, durch den Verschluss des Gehörgangs (Okklusion) begünstigt, erhöhte Schalldruckpegel hinter dem Gehörschutz hervor. Bei der Beurteilung der Dämmwirkung wird dieser Effekt nicht berücksichtigt. Mit dem hier vorgestellten System ist eine Bestimmung der Dämmwirkung von Gehörschutz-Otoplastiken direkt am Arbeitsplatz möglich. Die Messungen wurden in Mitgliedsbetrieben der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten (BGN) durchgeführt. Die Probanden erhielten individuell angepasste Gehörschutz-Otoplastiken, welche mit einer speziellen Schnittstelle zur Aufnahme einer Sonde ausgestattet sind. Mittels dieser Konfiguration ist es möglich die Otoplastik als normalen Gehörschutz einzusetzen und gleichzeitig eine Messung der Lärmbelastung am bzw. im Gehörgang durchzuführen.

Do. 14:50 2D

Individuelle Lärmbelastung

Lärmbelastung beim FallschirmspringenC. Burkhart*Akustikbüro Schwarzenberger und Burkhart*

„Wer nicht hören will, muss fühlen“, so mag es manch einem noch aus Kinderzeiten in den Ohren klingen. Im fortgeschrittenen Alter könnte es einmal heißen. „Wer nicht hören kann, muss leiden“, denn eine Beeinträchtigung des Hörvermögens stellt zweifelsfrei einen bedeutsamen Verlust an Lebensqualität dar. Auch bei der Ausübung einiger Sportarten ist man durchaus hohen Schallpegeln ausgesetzt, beispielsweise beim Fallschirmspringen. Der Vortrag zeigt die Geräuschsituation im Steigflug in verschiedenen Flugzeugen (verursacht durch Stömungsgeräusche, Schallabstrahlung von Triebwerken, undichten Türen), im Freifall (bei Geschwindigkeiten um 200 km/h) und beim (Winter-)Training im Windtunnel und erläutert sinnvolle und geeignete Gegenmaßnahmen um unliebsame Spätfolgen zu vermeiden. Besonders kritisch für unser Gehör

ist hierbei die Freifallphase während der man nahezu einer Druckverdopplung ausgesetzt ist. Die Erkenntnisse sind durchaus auch auf andere Sportarten übertragbar, bei denen man vergleichbaren Geräusch- anregungen ausgesetzt ist.

Sitzung „Physikalische Akustik“

Do. 15:40 2D

Physikalische Akustik

Akustische Emissionen bei Tropfenaufprall auf Flüssigkeit

P. Frommhold und R. Mettin

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

Die Schallentstehung beim Aufprall von Tropfen auf Flüssigkeit ist seit langem wohlbekannt und untersucht worden. So ist das Geräusch von auf Wasser auftreffenden Regentropfen i.d.R. verursacht durch eingetragene Luftblasen. Hier werden nun mit modernen Methoden bisherige Experimente wiederholt und erweitert um die Fragestellung, wie sich die Dicke der Flüssigkeitsschicht und eine eventuelle Strukturierung der festen Unterlage auf die Schallemission auswirkt.

Do. 16:05 2D

Physikalische Akustik

Modellbildung der Schallausbreitung in wassergefüllten Rohrleitungen

B.K. Bachner

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Zur verstärkten Umsetzung nachhaltigen Bauens ist die Fertighausindustrie bestrebt, die Technologien der Holztafel- und der Holzrahmenbauweise auf das Segment der Mehrfamilienhäuser auszudehnen. Da für Mehrfamilienhäuser Schallschutzvorschriften zu erfüllen sind, die bei bislang in Holzfertigbauweise ausgeführten Einfamilienhäusern nicht von Bedeutung waren, muss unter anderem das unerwünschte Geräusch von gebäudetechnischen Einbauten neu berücksichtigt werden. Ein Vergleich von Holz- und Massivbauweise ergibt diesbezüglich für erstere wesentlich "empfindlichere" Eigenschaften.

Zu den haustechnischen Geräuschquellen zählen die Frischwasser- und die Heizungsinstallation. Zur Abschätzung der Schwingungseinleitung derartiger Einbauten in eine Gebäudestruktur ist eine genaue Kenntnis der Ausbreitungsmechanismen von Schall in der Verrohrung sowie in den Befestigungselementen der Rohrleitungen an der Gebäudekonstruktion nötig. Es wird ein Überblick über die Möglichkeiten zur Modellbildung baum- bzw. netzwerkartiger Rohrleitungssysteme mit weitgehend analytischen Ansätzen gegeben, welche die Basis für weitergehende Untersuchungen bezüglich eines Prognoseverfahrens bilden sollen.

Do. 16:30 2D

Physikalische Akustik

Reinigungswirkungen laserinduzierter KavitationsblasenF. Reuter^a, K. Köhler^b, T. Kurz^a und R. Mettin^a^aUniv. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut; ^bUniv. Göttingen, CD-Labor, DPI

Die Wechselwirkungen von laserinduzierten Kavitationsblasen mit verschmutzten und strukturierten Oberflächen wird untersucht. Experimentelle Methoden sind Hochgeschwindigkeitsfotografie und akustische Messungen. Die Daten werden mit numerischen Ergebnissen aus Randelementsimulationen verglichen.

Sitzung „Psychoakustik 3 - Binaural“

Do. 8:55 2A

Psychoakustik 3 - Binaural

Bedingungen für gleichlaute Schalle aus Kopfhörern und Lautsprechern

F. Völk, A. Dunstmair, T. Riesenweber und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

In der Literatur berichteten verschiedene Autoren von unterschiedlichen Schalldruckpegeln im Gehörgang für den Fall, dass bestimmte Schalle einmal mit Kopfhörern und einmal mit einem Lautsprecher so wiedergegeben werden, dass beide Darbietungen als gleich laut empfunden werden. Dies erschien insofern verwunderlich, als die Schalldruck-Zeitfunktionen an den Trommelfellen meistens als die einzigen akustischen Eingangsgrößen betrachtet werden, die dem Hörsystem zur Bildung der Lautheitsempfindung zur Verfügung stehen. Bis heute steht dieser Widerspruch ungeklärt im Raum. In vorliegendem Beitrag werden die wesentlichen Bedingungen für gleichlaute Schalle aus Kopfhörern und Lautsprechern basierend auf der Theorie der binauralen Synthese systematisch abgeleitet. Insbesondere kann auf diese Weise der oben genannte Widerspruch aufgelöst werden. Es zeigt sich, dass der gleiche Schallpegel im Gehörgang zwar als wesentliche, aber nicht als einzige Einflussgröße auf die Lautheitsempfindung betrachtet werden muss.

Do. 9:20 2A

Psychoakustik 3 - Binaural

Binaurale Tonhaltigkeit

J. Verhey und S. Stefanowicz

AG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Technische Geräusche enthalten häufig tonale Komponenten, d.h. die Geräusche sind tonhaltig. Die Tonhaltigkeit wird im Allgemeinen durch die Stärke der tonalen Komponente über dem Rauschhintergrund bestimmt. Im vorliegenden Beitrag wird untersucht, wie sich die Tonhaltigkeit ändert, wenn die tonale Komponente nicht aus der gleichen Richtung wie der Rauschhintergrund kommt. Hierzu wird die Tonhaltigkeit eines dichotisch dargebotenen Tones in einem diotischen Hintergrund an die eines Tones im Rauschen angeglichen, bei der sowohl der tonale Vordergrund als auch der rauschhafte Hintergrund diotisch dargeboten werden. Zusätzlich werden die tonalen Anteile der beiden Geräusche auf gleiche Lautheit eingestellt. Sowohl bei der Lautheit als auch bei der Tonhaltigkeit ist der Pegel für den dichotisch dargebotenen Ton deutlich niedriger als für den diotisch dargebotenen Ton, um die gleiche Empfindungsstärke hervorzurufen. Der Effekt ist nahe der Mithörschwelle, die sich zwischen den beiden Konditionen (diotisch und dichotisch) aufgrund des binauralen Gewinns klar unterscheidet, besonders ausgeprägt. Für stark überschwellige Töne ist der Einfluss von interauralen Unterschieden auf die Tonhaltigkeit und Lautheit deutlich weniger ausgeprägt. Die gute Übereinstimmung der Lautheits- und Tonhaltigkeitsdaten weist darauf hin, dass zur experimentellen Bestimmung der Tonhaltigkeit eventuell auch nach der den Versuchspersonen leichter zugänglichen Größe "Lautheit des tonalen Anteils" gefragt werden kann.

Do. 9:45 2A

Psychoakustik 3 - Binaural

Binaurale VerdeckungsmusterM. Nitschmann^a und J. Verhey^b*^aO.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Klinik für HNO-Heilkunde; ^bAG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg*

Hörversuche, bei denen ein auf beiden Ohren gleichphasiger (So) oder gegenphasiger ($S\pi$) Sinuston in einem diotischen Verdeckter (No) detektiert werden soll, gehören seit langem zum Standard in der binauralen Psychoakustik. Es gibt allerdings nicht viele Studien, in denen die Frequenzen der Sinustöne außerhalb der Verdeckerspektrums liegen. Bei einem Schmalbandverdeckter und Sinustönen mit wechselnden Frequenzen unterhalb, innerhalb und oberhalb des Verdeckerspektrums spricht man hier von einem Verdeckungsmuster (engl. masking pattern). Der binaurale Gewinn (Differenz der NoSo- und No $S\pi$ -Schwellen bei derselben Sinustonfrequenz) nimmt hierbei stark ab, sobald der Ton außerhalb des Verdeckerspektrums liegt.

In diesem Beitrag werden eigene und der Literatur (etwa Buss & Hall 2010, J. Acoust. Soc. Am. 127, 3666–3677) entnommene binaurale Verdeckungsmuster vorgestellt und in einem effektiven Hörmodell simuliert.

Es zeigt sich, dass die Einhüllendenfluktuationen des Verdeckers für die NoSo-Schwellen eine ungleich wichtigere Rolle als für die NoS π -Schwellen spielen.

Do. 10:10 2A

Psychoakustik 3 - Binaural

Entmaskierung durch binaurale und harmonische Signalmerkmale von Tonkomplexen

M. Klein-Hennig, M. Dietz und V. Hohmann

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Aus einem Tonkomplex lassen sich einzelne Komponenten nur schwer heraushören, da sie zusammen mit den anderen Komponenten des Tonkomplexes zu einem auditorischen Objekt gruppiert werden. Eine verstimzte Komponente, die keine Vielfache der Grundfrequenz des Komplexes ist, ist salienter, da keine Gruppierung mit dem Tonkomplex stattfindet. Ihre Detektionsschwelle ist niedriger als die einer unverstimzten harmonischen Komponente. Dieser Pegelunterschied in der Detektionsschwelle kann als MMLD (engl. Mistuning Masking Level Difference) bezeichnet werden. Desweiteren lässt sich die Saliensz einer einzelnen Komponente durch das Aufprägen eines interauralen Phasenunterschieds (IPD) erreichen. Die zusätzliche binaurale Information führt ebenfalls zu einer Entmaskierung der Komponente. Dieser Schwellenunterschied wird als BMLD (engl. Binaural Masking Level Difference) bezeichnet. In dieser Studie wurden MMLD und BMLD von spektral aufgelösten Komponenten miteinander kombiniert, um eine gegenseitige Beeinflussung zu untersuchen. Die Ergebnisse werden in Hinblick auf aktuelle Modelle und Theorien der binauralen Verarbeitung diskutiert.

Sitzung „Psychoakustik 4 - Lokalisation“

Do. 14:00 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

Binaurale Interferenz bei bilateralen Cochleaimplantat-Trägern

B. Laback^a, V. Best^b und P. Majdak^a

^a*Institut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften;*

^b*University of Sydney, School of Medical Sciences*

Binaurale Interferenz beschreibt die Reduktion der Sensitivität für binaurale Merkmale eines Signals bei simultaner Präsentation eines Störsignals in einem anderen Frequenzbereich. In dieser Arbeit wurde untersucht, ob binaurale Interferenz beim elektrischen Hören auftritt und, falls ja, ob sie durch perzeptive Gruppierung (zentraler Effekt) oder durch die Ausbreitung der elektrischen Anregung entlang der Cochlea (peripherer Effekt) verursacht wird. Sechs bilaterale Cochleaimplantat-Träger nahmen an einer Serie von Experimenten teil, in denen sie die durch interaurale Zeit- oder Pegeldifferenzen verursachte laterale Auslenkung der wahrgenommenen Position einer Pulschette (Zielsignal) in Anwesenheit einer interferierenden diotischen Pulschette (Störsignal) beurteilten. Die Ziel- und Störsignale wurden an jeweils basalen und apikalen Elektrodenpaaren (und vice versa) präsentiert. Die Ergebnisse ähneln jenen

aus vorherigen Studien zum normalen Gehör. Mit einer Ausnahme zeigten alle Testpersonen binaurale Interferenz in zumindest einer Testbedingung. Die Einbindung des Störsignals in eine fortlaufende Folge von identischen Signalen führte in allen Fällen zur Aufhebung der Interferenz, was auf eine zentrale Erklärung des Interferenzeffekts hindeutet. Die Ergebnisse werden als objektive Demonstration simultaner und sequentieller Gruppierungseffekte im binauralen elektrischen Gehör interpretiert.

Do. 14:25 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

Trainingseffekte bei vertikaler Lokalisation von bandbegrenzten Schallquellen

P. Majdak, T. Walder, B. Laback und M. Mihocic

Institut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften

Die Lokalisation von Schallquellen in den Vertikalebene basiert auf der Auswertung von spektralen Merkmalen in den Außenohrübertragungsfunktionen (engl.: head-related transfer functions, HRTFs). Es wird angenommen, dass spektrale Merkmale der individuellen HRTFs im Frequenzbereich von 3 bis 16 kHz für die Lokalisationsgenauigkeit verantwortlich sind. Bisherige Studien zum Effekt der Bandbreite vernachlässigten potentielle Adaptations- und Trainingseffekte. Da das auditorische System sich an Modifikationen der HRTFs anpassen kann und in natürlicher Umgebung vorwiegend breitbandigen Signalen ausgesetzt ist, könnte der gefundene Bandbreiteneffekt auf der Langzeitanpassung an breitbandige Signale basieren.

Zur Untersuchung dieser Hypothese wurden normalhörende Versuchspersonen mit individuellen, bei 8 kHz bandbegrenzten HRTFs in der Schallquellenlokalisation trainiert. Das Training wurde in einem audiovisuellen virtuellen 3D-Raum 2 Stunden pro Tag über den Zeitraum von 3 Wochen durchgeführt. Die Lokalisationsleistung wurde für breitbandige und bandbegrenzte HRTFs erfasst. Vor dem Training war die Lokalisationsleistung für bandbegrenzte HRTFs substanziell schlechter als jene für breitbandige HRTFs. Sie verbesserte sich kontinuierlich im Verlauf des Trainings und war danach ähnlich der Leistung für breitbandige HRTFs. Die Ergebnisse zeigen, dass gezieltes Training die genaue Lokalisation von bandbegrenzten Signalen ermöglicht, und deuten auf neue Möglichkeiten der Schallquellenlokalisation mit bandbegrenzten Systemen wie Hörgeräten.

Do. 14:50 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

The contribution of intrinsic amplitude modulation to the precedence effect at high frequenciesB.U. Seeber*MRC Institute of Hearing Research (UK)*

The precedence effect (PE) demonstrates our ability to locate sounds correctly at the source despite the presence of interfering sound reflections. It was shown to function with long duration broadband noises even when lead and lag had simultaneous onsets, i.e. with information restricted to the ongoing sound part.

The present study investigated if the PE can be elicited even for high frequency sounds based on intrinsic envelope modulation. This is questionable because a) the main cues for localization, interaural time differences extracted from the temporal fine structure, are not available, b) inherent amplitude modulation provides only a weak cue for sound segregation via pitch mechanisms.

In a localization dominance task participants indicated the perceived location of lead-lag stimuli. Stimuli were harmonic complex tones (HCT) and Gaussian noise bandlimited to 2500-5500 Hz. Preliminary results showed that the PE exists for these stimuli and the amount of intrinsic modulation affected echo thresholds (ETs). ETs were 1.5 ms larger for HCTs with Schroeder positive than negative phase. Localization dominance was weaker for Gaussian noise and a single, broad image was frequently heard. Stimuli with brief onsets (1 vs. 50 ms) showed roughly 1 ms longer ETs.

Do. 15:15 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

Einfluss von Modulationstiefe und Einhüllendenform auf die Wahrnehmung interauraler ZeitdifferenzenT. Wendt^a, M. Dietz^a, S. Ewert^a, B. Laback^b und V. Hohmann^a^a*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg;* ^b*Institut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften*

Bei der Lateralisation akustischer Stimuli spielen interaurale Zeitdifferenzen (ITD) zwischen den an beiden Ohren anliegenden Signalen eine entscheidende Rolle. Dabei hängt die gerade wahrnehmbare ITD (engl.: just noticeable difference, JND) bei Trägerfrequenzen oberhalb von 1500 Hz entscheidend von der Form der Einhüllenden ab. In zwei unabhängigen Studien testeten Klein-Hennig et al. (Fortschritte der Akustik - NAG/DAGA 2009, 1119-1121) sowie Laback et al. (International Symposium on Auditory and Audiological Research - ISAAR 2009, in press) kürzlich durch unabhängige Variation der Einhüllendenparameter Pausenzeit und Flankensteilheit deren isolierten Einfluss auf die JND. Die Ergebnisse der Studien sind in einigen Punkten identisch, in anderen gibt es jedoch voneinander abweichende Ergebnisse. Diese Vergleichsstudie beleuchtet, inwieweit die unterschiedlichen Flankenformen sowie die unterschiedlichen Trägerfrequenzen die abweichenden Ergebnisse

der beiden Studien erklären. Als ein Ergebnis ergibt sich ein neues Maß für die Pausenzeit, mit dem sich diesbezügliche Unterschiede erklären lassen. Desweiteren wird der Einfluss von Anstiegsflankenform, Modulationstiefe und Trägerfrequenz auf die JND im Detail erläutert.

Do. 16:05 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

Entwicklung eines adaptiven Verfahrens zur Untersuchung der Lokalisation von schmalbandigen Rauschsignalen

A. Escher^a, M. Blau^a und V. Mellert^b

^aInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.; ^bC.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik

Die Lokalisation von Schallquellen wird meist indirekt durch optische Zeiger vermessen. Mit Hilfe eines akustischen Zeigers soll versucht werden schmalbandige Geräusche zu lokalisieren. Dadurch bleibt die Wahrnehmung auf die akustische Sinnesmodalität beschränkt. Es wurde ein bestehendes Lautsprecherpositionierungssysteme um ein adaptives akustisches Zeigesystem erweitert und ein entsprechender adaptiver Algorithmus programmiert. Der akustische Zeiger kann praktische jede beliebige Position in der Horizontalebene erreichen. Um die Gültigkeit eines adaptiven Verfahrens zur Lokalisationsmessung zu evaluieren, wurde in dieser Studie die Lokalisation von Schmalbandrauschen untersucht. Die Teststimuli wurden in Terzen von 1-13 kHz aufgeteilt und besaßen eine Bandbreite von jeweils einer zehntel Oktave. Die Testsignale wurden von 5 Lautsprechern, aufgestellt in einen Halbkreis um die Versuchsperson an den Positionen 0°, 30°, 90°, 150° und 180°, dargeboten. Im ersten Aufgabenteil mussten die Probanden die Einfallsrichtung des Schmalbandrauschens mittels optischen Zeigers anzeigen, im zweiten sollte die Richtung des beweglichen akustischen Zeigersignal mit dem feststehenden Testsignal adaptiv in Deckung gebracht werden. Für das adaptive Verfahren mit akustischem Zeiger zeigt sich auf den Positionen 0°, 30°, 150° und 180°, über alle Frequenzen eine geringere Streuung gegenüber dem optischen Zeigerverfahren. In den Medianwerten der Lokalisation haben beide Verfahren gleichgute Ergebnisse erzielt.

Do. 16:30 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

Untersuchung des Einflusses von auditorischer Bewegung auf Mit-hörschwellen und kleinste hörbare Winkelunterschiede unter Freifeldbedingungen

S. Klockgether, B. Epp und J. Verhey

AG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Das auditorische System des Menschen ist in der Lage, komplexe akustische Umgebungen in einzelne Objekte zu unterteilen (Objektbildung). Dies wird u.a. durch das binaurale Hören, welches zur Lokalisation genutzt wird, ermöglicht. In natürlichen Hörsituationen sind die Positionen von Schallquellen oft nicht konstant. Während bewegungssensitive Neurone in Tiermodellen nachgewiesen werden konnten, ist der Einfluss von

räumlicher Dynamik auf die auditorische Wahrnehmung des Menschen noch weitestgehend ungeklärt. Mit Hilfe eines Lautsprecherarrays aus 32 Aktivlautsprechern wurden daher psychoakustische Messungen unter Freifeldbedingungen durchgeführt. In einer Hörsituation ohne Störgeräusch konnte für Töne ein direkter Einfluss von Bewegung auf kleinste hörbare Winkelunterschiede (Minimum Audible Angle, MAA) gezeigt werden. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass das auditorische System sensitiv für Bewegung ist. In einem weiteren Experiment mit einem neu entwickelten psychoakustischen Paradigma wurde untersucht, ob räumliche Dynamik von Schallquellen die Detektionsleistung eines Tones im Störgeräusch beeinflusst. Auf Basis der Ergebnisse wird diskutiert, inwiefern auch die Dynamik von binauralen Signaleigenschaften zur akustischen Objektbildung beiträgt.

Do. 16:55 2A

Psychoakustik 4 - Lokalisation

Untersuchungen zur audiovisuellen Entfernungs- und Geschwindigkeitswahrnehmung bewegter Quellen

C. Pörschmann, R. Fiedler und R. Sommer

Fachhochschule Köln - Institut für Nachrichtentechnik

In vorangegangenen psychoakustischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Geschwindigkeitswahrnehmung von sich an einem Hörer vorbeibewegenden Schallquellen stark von der minimalen Entfernung zur Schallquelle abhängt. Auch ist die Entfernungswahrnehmung bewegter Quellen auch davon abhängig, ob die Darbietung binaural oder diotisch erfolgte. Im Gegensatz dazu wird die Entfernungswahrnehmung sich an dem Hörer vorbeibewegender Schallquellen maßgeblich durch die Hörerfahrung und die Lautheit des Hörereignisses dominiert. In den vorgestellten Untersuchungen wurden audiovisuelle Stimuli von vorbeifahrenden Fahrzeugen dargeboten. Es wird dargestellt, inwieweit die visuelle und die auditive Komponente für die Geschwindigkeits- und die Entfernungswahrnehmung relevant sind. Als Grundlage für die Experimente dienten Geräusche eines vor dem Hörer vorbeifahrenden Motorrades, die mit einem Kunstkopf bei vier unterschiedlichen Geschwindigkeiten und in fünf verschiedenen Entfernungen zur Straße aufgezeichnet wurden. Als visuelle Stimuli wurden mit unterschiedlicher Detailgenauigkeit artifiziell erzeugte Objekte auf einem Bildschirm präsentiert.

Die folgenden Fragestellungen wurden mit Hilfe der Experimente untersucht: Inwieweit hängt die Geschwindigkeitswahrnehmung bewegter Objekte jeweils von der visuellen und der auditiven Komponente ab? Inwieweit hängt die Entfernungswahrnehmung bewegter Objekte jeweils von der visuellen und der auditiven Komponente ab? Welchen Einfluss hat die Komplexität des visuell erzeugten Objektes auf die Ergebnisse? Es werden Durchführung und Ergebnisse der Untersuchungen dargestellt und diskutiert.

Sitzung „Sprachverarbeitung“

Do. 8:55 3E

Sprachverarbeitung

He is a talkative person. Does personality affect talking and interaction behaviour of telephone conversation tests?

K. Hoeldtke und A. Raake

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

In this contribution we consider the impact of participants' personality on their talk and interacting behaviour in telephone conversation tests. For this purpose we first assessed the extroversion of each person of conversation partners. According to their scores obtained through self-assessment on the corresponding scale of the NEO-FFI (NEO-Five-Factor-Inventory) subjects were classified regarding their expected interactivity behaviour. Conversation tests comprising three kinds of scenarios were then conducted with all subject pairs. From the recordings, speech patterns were extracted and state probabilities, mean sojourn times and turn rates were calculated. The results give insight into how extroversion manifests itself in the conversation measurements. Based on the findings we answer the question whether it is necessary to define participants' personality for telephone conversation tests.

Do. 9:20 3E

Sprachverarbeitung

Predicting the intelligibility of processed noisy speech based on the signal-to-noise ratio in the modulation domain

T. Dau und S. Jørgensen

Technical University of Denmark

One of the major challenges of current hearing research is to solve the "noise reduction paradox" that refers to the apparent mismatch between predicted and actual speech intelligibility following noise reduction signal processing. The Speech Transmission Index (STI) and related models are successful when predicting effects of linear distortions such as noise and reverberation, but fail to predict the effects of non-linear signal processing and noise reduction such as spectral subtraction. The STI considers the reduction in speech modulations as the critical physical characteristic related to speech intelligibility. However, recent investigations suggest that the ratio of speech to noise energy in the modulation domain might be a crucial indicator. Here, a new model for predicting the intelligibility of processed noisy speech is proposed based on the envelope power spectrum model (Ewert and Dau, 2000) originally developed to account for modulation detection data. The model estimates the ratio of the speech envelope power and noise envelope power at the output of a modulation filterbank, and relates this metric to speech intelligibility using an optimal detector. Model predictions are compared to data from the literature as well as new experimental data of noisy speech subjected to spectral subtraction.

Do. 9:45 3E

Sprachverarbeitung

Optimierung audiovisueller Medien für AltersschwerhörigeC. Simon^a, G. Fassio^a, J. Rennies^b und R. Kühler^b^a*Studiengang Ton, HFF Potsdam;* ^b*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg*

Die Sprachverständlichkeit bei audiovisuellen Medien wie Film und Fernsehen kann durch Schwerhörigkeit, wie sie insbesondere im Alter häufig auftritt, stark eingeschränkt sein. In dieser Studie wird untersucht, inwieweit dieses Problem durch eine auf Altersschwerhörigkeit abgestimmte Tonfassung gelöst werden kann. In einer Vorstudie wird zunächst die Relevanz der mit dem Ton dargebotenen Bildinformation bei der Sprachverständlichkeitsbewertung von audiovisuellem Material für Normalhörende belegt und die weitere Parametrisierung der Hauptstudie entwickelt. In der Hauptstudie wird in zwei Testreihen die Sprachverständlichkeit für kurze Dialogszenen aus Fernsehspielfilmen mit zwölf altersschwerhörigen Probanden gemessen. Die eine Hälfte der Szenen enthält die originale Fernsehtonfassung, die andere enthält eine für Presbykuspazienten speziell bearbeitete Tonfassung. Um eine Auswertung des heterogenen Audiomaterials trotz der hohen Individualität von Hörschädigungen zu ermöglichen, entsprechen die Probanden einem durch Alter, Reintonaudiogramm und Sprachverständlichkeitsschwelle (Oldenburger Satztest) vordefinierten Profil. Die Testergebnisse belegen eine signifikante Verbesserung der Sprachverständlichkeit durch Anpassung der akustischen Signale. Es erfolgt ein Vergleich mit SII-Berechnungen auf Grundlage des vorgegebenen Reintonaudiogramms.

Do. 10:10 3E

Sprachverarbeitung

Real-time Room Reverberation Estimation for Online Speech Intelligibility MonitoringJ. Schröder^a, J. Rennies^a, F. Xiong^a, J. Anemüller^b und S. Goetze^a^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*^b*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg*

Speech intelligibility (SI) is the most important property in human communication. In hands-free telecommunication systems speech intelligibility is often reduced by distortions like ambient noise, reverberation, too low or changing speaker volume. Reverberation which is one factor for an online SI calculation is caused by the reflections of an acoustic signal at objects and walls which diffusely interfere at a receiver. A common measure for reverberation is the reverberation time RT60. It is defined as the decrease of an impulse response by 60 dB. In this paper, we evaluate methods to estimate RT60 from speech signals as described in Schröder et al. (2009) for online monitoring of speech intelligibility in a hands-free video-conference system. The influence of the RT60-estimators on the performance of the speech intelligibility estimation in real environments is presented.

Do. 14:00 3E

Sprachverarbeitung

Modellierung des Einflusses von Nachhall auf binaurale Sprachverständlichkeit in Ruhe und im RauschenJ. Rennies^a, T. Brand^b und B. Kollmeier^b^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*^b*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg*

Sprachkommunikation kann durch Nachhall stark gestört sein, weil einerseits die räumliche Trennung zwischen Nutz- und Störsignal erschwert und andererseits das Sprachsignal selbst gestört wird. Diese Studie untersucht binaurale Sprachverständlichkeitsschwellen in verhallten Umgebungen mit normal hörenden Probanden in Ruhe und in Anwesenheit einer Störerschallquelle. Die Messungen im Störgeräusch zeigen, dass bei frontaler Einfallsrichtung der Sprache die gemessenen Schwellen niedriger sind, wenn der Störerschall aus seitlicher Richtung präsentiert wird. Dieser durch Kopfabschattung und binaurale auditorische Verarbeitung verursachte Gewinn verringert sich mit zunehmendem Abstand zwischen Empfänger und Schallquellen. Zusätzlich ist auch bei frontaler Störerschallrichtung sowie bei Messungen in Ruhe ein Anstieg der Schwellen mit dem Abstand zu beobachten, da auch das Sprachsignal selbst durch Nachhall gestört wird. Der Effekt ist in Ruhe und im Störgeräusch sehr ähnlich ausgeprägt. Es werden verschiedene um raumakustische Parameter erweiterte binaurale Sprachverständlichkeitsmodelle vorgestellt, die sich in der angenommenen Interaktion von binauraler Verarbeitung und der Verarbeitung früher Reflektionen unterscheiden. Die Störungen durch Nachhall können für verschiedene Empfänger- und Senderpositionen in Ruhe und im Störgeräusch quantitativ vorhergesagt werden. Im Gegensatz zu Messungen im Störgeräusch ist die Vorhersagegenauigkeit bei Messungen in Ruhe deutlich verbessert, wenn individuelle Audiogramme verwendet werden, obwohl alle Probanden gemäß ihrem Reintonaudiogramm normal hörend sind.

Do. 14:25 3E

Sprachverarbeitung

Einfluss von Bandbreite und räumlicher Sprachwiedergabe auf die kognitive Anstrengung bei Telefonkonferenzen in Abhängigkeit von der Teilnehmeranzahl

J. Skowronek und A. Raake

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Telefonkonferenzen mit mehr als zwei Personen werden oft als anstrengend empfunden. Neben typischen technischen Störungen heutiger Systeme, z.B. zwischenzeitliches Wegbrechen einzelner Teilnehmer, sind oftmals wichtige Aspekte zwischenmenschlicher Kommunikation in Gruppen stark eingeschränkt. Insbesondere die Zuordnung von Aussagen zu den Teilnehmern bzw. das Auseinanderhalten von Sprechern ist in Telefonkonferenzen erschwert. Die These hier ist, je einfacher die Zuordnung ist, desto geringer ist die kognitive Anstrengung.

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass räumliche Sprachwiedergabe und hohe Bandbreite des übertragenden Sprachsignals diese Zuordnung erleichtern können. Die jedoch teils widersprüchlichen Ergebnisse werfen die Frage auf, inwieweit die Anzahl der Teilnehmer und die damit einhergehende Komplexität einer Telefonkonferenz den effektiven Nutzen solcher Systemeigenschaften beeinflusst.

Dieser Frage wurde in einem Hörversuch nachgegangen, in dem Versuchspersonen Aufnahmen von Telefonkonferenzen beurteilen, welche bezüglich der Anzahl der Konferenzteilnehmer sowie den Systemeigenschaften Bandbreite und räumlicher Wiedergabe variiert wurden. Dieser Konferenzbeitrag beschreibt die umfangreichen Vorbereitungen und die Durchführung des Hörversuchs und diskutiert die gefundenen Ergebnisse.

Do. 14:50 3E

Sprachverarbeitung

Speech Activity Detection for Activity Monitoring using an Embedded Platform

S. Wilksen^a, S. Goetze^a, D. Hollosi^a, J.-E. Appell^a und J. Bitzer^{b,a}

^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*

^b*Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.*

The discrimination of speech signals against other signals is needed in different scenarios like hands-free communication systems, hearing aids, speech input systems or acoustic monitoring systems. For the latter one ethical issues like privacy protection usually are very important. In particular, speech passages in audio recordings need to be removed instantaneously in a preprocessing stage such that contextual information cannot be accessed at any point of time. Therefore, speech needs to be accurately detected in an audio signal in real-time with a minimum computational delay, without compromising the results for the desired event signals

Motivated by the successful utilization of voice activity detection (VAD) algorithms in information technology, this paper investigates their suitability and performance in monitoring applications under realistic acoustic conditions. We implemented several suitable VAD algorithms on an embedded platform. This was done to evaluate the algorithms according to their CPU and memory consumption and to allow the development of a compact, ambient and economically efficient electronic device.

Do. 15:40 3E

Sprachverarbeitung

Auswirkungen von Sprachcodecs auf Formantmessungen für Sprechervergleiche

E. Enzinger

Institut für Schallforschung, Österr. Akademie d. Wissenschaften

Akustisch-phonetische Ansätze in der forensischen Sprechererkennung basieren teils auf Vergleichen von Formantmessungen zwischen Tat- und Verdächtigtenaufnahme. Neben Effekten auf Stimmparameter aufgrund der Sprechsituation sind die Auswirkungen des Telefonkanals von besonderer Relevanz. Die hier vorgestellte Studie konzentriert sich auf den für heutige GSM und UMTS Mobilfunknetze spezifizierten Adaptive Multi-Rate (AMR) Codec, der acht Qualitätsstufen mit unterschiedlichen Bitraten vorsieht, zwischen denen während eines Gesprächs auf Basis der Kanalübertragungsqualität gewechselt werden kann. Um spezifisch durch den Codec verursachte Abweichungen zu untersuchen, wurden Studioaufnahmen von 30 männlichen Wiener Sprechern in den einzelnen Bitraten en- und dekodiert. Bei ausgewählten Vokalsegmenten wurden automatische Formantmessungen unter Verwendung von verschiedenen auf LPC basierenden Trackern durchgeführt. Für den Vergleich zwischen Werten der Originalaufnahmen und der kodierten Signale wurden weiters Daten von 6 Sprechern manuell korrigiert. Die Ergebnisse zeigen partielle Abweichungen abhängig von Codec-Stufe und individuellen Sprechern.

Do. 16:05 3E

Sprachverarbeitung

Speech / Non-Speech Discrimination for Acoustic Monitoring Considering Privacy IssuesR. Rehr^a, S. Goetze^a, D. Hollosi^a, J.-E. Appell^a und J. Bitzer^{b,a}^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*^b*Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elstf.*

A reliable decision if acoustic signals contain speech utterances is important in various signal processing problems, such as noise reduction or acoustic monitoring e.g. in the context of ambient assisted living (AAL) where technical systems are used to unobtrusively support older persons in their daily life. Examples for such systems range from acoustic monitoring of activities of daily living (ADL) to automatic fall detection. Here, ethical issues like privacy protection have to be considered such as deleting contextual information like speech utterance from the data stream.

The goal of this contribution is to find an algorithm, which can safely differentiate between speech and noise events. Since many voice activity detection (VAD) methods often only exploit a single feature within a specialized algorithm, they might be unable to discriminate such events and will erroneously classify all events as speech. Therefore, an approach introduced by Shafiee et al., who used machine learning (ML) based algorithms, is used. We compared the discrimination power of several

recently published features. Afterwards the best features are selected and used within an ML framework. The performance of the developed algorithm is compared against various VAD approaches allowing us to present preliminary results of the first experiments.

Do. 16:30 3E

Sprachverarbeitung

Recognition of Non-Lexical verbal Yes/No Responses

R. Schleicher, S. Sundaram und N. Diehl

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

In oral communication, people not only rely on explicit verbal statements, but also use nonverbal sounds like 'hmm' or 'mhm-mhm' to express agreement or disagreement. So far, these utterances are difficult to identify and interpret for automated speech recognition. Depending on the context, these sounds are also called interjections or backchannels. As the first term also includes sounds like 'um' for filled pauses during monologues, and the latter may refer to lexical statements like 'I see', we chose the term non-lexical responses to describe spoken yes- or no- responses which do not constitute a meaningful word. We collected around 5000 non-lexical responses (yes or no) of 30 subjects in a laboratory setting and let another set of subjects rate these utterances regarding their ambiguity. Unambiguous samples were used to train a recognition module. Next to describing the data collection and analysis procedure, we report the results of this human and automatic classification and also give an outlook on potential application scenarios we use for further tests.

Do. 16:55 3E

Sprachverarbeitung

Untersuchung usbekischer Sprachsignale im erweiterten Frequenzbereich

B. Wiedecke^a, M. Payasov^a und V. Hamrayeva^b

^aTaschkenter Universität für IT; ^bTaschkenter Institut für Pädiatrie

Sprachsignale haben eine sehr komplexe Struktur, was dazu führt, dass im Prozess ihrer Identifizierung und Erkennung Signalabweichungen oder das völlige Fehlen einer der Komponenten, fatale Folgen hat. Für gewöhnlich ordnet man Sprachsignale dem Frequenzbereich von 50 bis 5.000 Hz zu. Was in der Regel für romanische und auch slawische Sprachen durchaus zutreffend ist, führte aber bei der usbekische Sprache, die aufgrund ihrer gutturalen Artikulation als Signale mit tiefer Frequenz wahrgenommen wird, zu völlig fehlerhaften Schlussfolgerungen. Mit den nachstehenden Untersuchungen wurde einwandfrei nachgewiesen, dass es sich bei der usbekischen Sprache eindeutig um Signale handelt, die überwiegend höheren Frequenzen (5.000 - 17.000 Hz) zuzuordnen sind. Die Ergebnisse der Analysen wurden insbesondere dazu verwendet, um für die usbekische Sprache entsprechend nach Altersgruppen differenzierte Sprachtests für die Pädiatrie zu entwickeln. Die praktische Approbation der entwickelten Sprachtest ist derzeit bereits

abgeschlossen und hat die Zweckmäßigkeit zur Reanimation der audiometrischer Untersuchungen nachgewiesen. In der Analyse wurde festgestellt, dass im Wesentlichen, unabhängig von Alter und Geschlecht der Sprecher ein so gut wie identischer Verlauf des Signals mit fast übereinstimmender Strukturierung der einzelnen Komponenten des Signals vorliegt. Ausgehend davon werden derzeit die Untersuchungen bezüglich der Nutzung von Methoden der Mustererkennung zur Identifizierung und Erkennung von Sprachsignalen fortgesetzt.

Sitzung „Numerische Akustik 3 - Fahrzeuge“

Do. 8:55 3F

Numerische Akustik 3 - Fahrzeuge

Boundary Element Energy Method for the acoustic prediction of vehicle external and interior noise - Application on an automotive engine.

B. Betgen, M. Thivant, A. Cloix und P. Bouvet

VIBRATEC, Ecully (F)

In the context of more and more drastic noise regulation and increasing customers demand for lower noise annoyance, acoustic shields and cab insulation become essential for a wide range of vehicles. Due to reduced development times, the acoustic design must start in the early stage of industrial projects and follow the whole development phase, requiring precise and reactive prediction tools.

The most widely used computation methods perform a numerical resolution of Helmholtz equation with a spatial discretization into Finite Elements or Boundary Elements. These methods are efficient in the low frequency range, but they reach their limits at higher frequencies, due to high computational cost, very precise mesh required, and high sensitivity to geometry and frequency. Ray Tracing techniques may be an alternative in some cases, but diffused reflection is generally ignored and convergence is not always reached. The method proposed here is also based on a light/sound analogy, but the resolution is based on Boundary Elements. Absorbing materials are characterized by diffuse absorption and transmission coefficients. The frequency based meshing criterion is relaxed: only the description of the geometry must be considered. Meshing and computation time are dramatically reduced.

Do. 9:20 3F

Numerische Akustik 3 - Fahrzeuge

Beschreibung von Schallquellen

W. Bartolomaeus

Bundesanstalt für Straßenwesen

Die Schallabstrahlung eines auf der Straße vorbeifahrenden Fahrzeugs wird für die Berechnung der Schallausbreitung meist stark vereinfacht. Die meisten Rechenmodelle verwenden den (A-bewerteten) längenbezogenen Schallleistungspegel und modellieren den Fahrzeugstrom

als (inkohärente) Linienschallquelle über einer reflektierenden Halbebene. Auch fortgeschrittene Rechenmodelle, die mehrere Schallquellen, Frequenzspektren, Richtcharakteristiken und (teil-)kohärente Schallausbreitung im Raum beinhalten, haben keine wesentlich detailliertere Quellenbeschreibung. Zumindest werden aber einige wesentlichen Aspekte der Schallabstrahlung - wenn auch nur pauschal - berücksichtigt.

Berechnungen mit der Finite- oder Rand-Elemente-Methode (FEM/BEM) rechnen im Frequenzbereich und verwenden kohärent abstrahlende Punktschallquellen. Für größere Rechenmodelle mit Reflexion und Beugung werden zumeist lediglich zweidimensionale Berechnungen durchgeführt. Die Berücksichtigung der spektralen Charakteristik der Quelle ist problematisch. Die Methode der Parabolische Gleichung (PE), die ebenfalls im Frequenzbereich arbeitet, beinhaltet auch die Brechung von Schall. Wind- und Temperaturverteilungen im Ausbreitungsgebiet können damit berücksichtigt werden.

All diesen Berechnungsverfahren, ob ingenieurmäßig oder physikalisch, fehlt derzeit eine (physikalische) Modellierung der Schallquelle selbst - des vorbeifahrenden Fahrzeugs einschließlich seiner (Luft-)Bewegung. Da es sich um transiente Vorgänge handelt, eignet sich hierfür z.B. die Finite-Differenzen-Methode im Zeitbereich (FDTD) besser. Mit ihr wurde in einem ersten Schritt der Versuch unternommen, (teilweise) inkohärent abstrahlende Schallquellen zu modellieren. Die Anwendung auf vorbeifahrende Fahrzeuge soll später erfolgen.

Do. 9:45 3F

Numerische Akustik 3 - Fahrzeuge

Assessment of the quality of absorption measurements of inhomogeneous car materials and furniture in a reverberation chamber for room acoustic FE- simulations

M. Aretz und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The quality of room acoustic simulations strongly depends on the quality of the applied boundary data. Additionally, in small rooms where the low frequency sound field is dominated by modal effects classical geometrical acoustics tools need to be extended by wave-based methods such as FEM or BEM. This extension opens the door to the realistic simulation of a whole new range of acoustically interesting small spaces, like car passenger compartments or recording studios. However, reliable measured boundary conditions for these new rooms rarely exist and existing databases generally only supply absorption data, whereas in wave-based simulations acoustic impedances are needed. Even worse, in the case of materials with an inhomogeneous shape and structure a measurement of the acoustic surface impedance appears barely achievable. In this study we therefore present absorption results obtained in a reverberation chamber for a car dashboard, door panels and a headliner as well as some furniture objects and discuss if suitable surface impedances can be deduced from the measured diffuse field absorption. In

order to assess the applicability of the measured data for FE simulations we compare measured and simulated room transfer functions based on different assumptions for the boundary conditions.

Do. 10:10 3F

Numerische Akustik 3 - Fahrzeuge

FE-, SEA- und hybride Simulation des Innenlärms von Propellerflugzeugen

A. Peiffer, M. Mezni, D. Redmann und C. Moeser

EADS Innovation Works

Neue Hochleistungspropeller erzeugen Anregungssignaturen, die auch im hochfrequenten Bereich oberhalb 400 Hz die Rumpfstuktur anregen. In diesem Bereich ist die Flugzeugstruktur üblicher Kurzstreckenflugzeuge bereits dynamisch komplex und die Innenlärmprognose erfordert die Verwendung statistischer Verfahren. Im Übergangsbereich verhalten sich einige Subsysteme noch deterministisch, d.h eine gemischte hybride FEM/SEA-Modellierung wird verwendet. Um den Gültigkeitsbereich der verschiedenen Verfahren zu untersuchen und besonders mit der deterministischen Lösung zu validieren, wurde ein generisches Modell erstellt welches im Gegensatz zum realen Flugzeug die Anwendung aller Methoden über einen weiten Frequenzbereich erlaubt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden hier vorgestellt

Sitzung „Numerische Akustik 4 - Fluid“

Do. 14:00 3F

Numerische Akustik 4 - Fluid

Simulation of actuator-generated sound waves with the CFD solver linearTRACE

A. Holewa^a, C. Frey^b, U. Tapken^a und S. Guerin^a

^aDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin; ^bDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln

LinearTRACE is the linearized version of TRACE, the DLR CFD solver for turbomachinery flow problems. Contrary to TRACE which works in the time domain, linearTRACE is a frequency-domain solver. The linearizing offers the possibility to significantly reduce simulation time.

The present work studies the ability of linearTRACE to simulate the behavior of actuators aiming at exciting sound in annulus ducts with flow. The actuators are mounted either at the duct wall or on the surface of simplified stator vanes. In both cases the actuators are simulated by harmonically vibrating surfaces.

The comparison of the numerical simulations against some analytical solutions validates the excitation of the correct azimuthal and radial mode orders but also indicates that the source type differs from simple monopoles and dipoles in terms of the amplitude ratio of modes propagating upstream and downstream.

Do. 14:25 3F

Numerische Akustik 4 - Fluid

Strahlärmvorhersagen durch stochastische Quellmodellierung mit Hilfe hybrider RANS/CAA Methode

A. Neifeld

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

In dieser Arbeit geht es um die Möglichkeit, die Ähnlichkeitsspektren (g-Spektrum und f-Spektrum) des Strahlärms vorhersagen zu können. Dazu wird ein Verfahren genutzt, das die Strömungssimulationen (CFD-RANS) mit der akustischen Simulation (CAA) kombiniert. Bei der akustischen Quellmodellierung handelt es sich hier um die stochastische Modellierung, die die Quellverteilung aus den statistischen Turbulenzdaten der RANS Lösung generiert. Diese Quellformulierung wurde von Tam & Auriault in dem Paper (AIAA Vol. 37, No. 2, February 1999. Jet mixing noise from fine-scale turbulence.) publiziert.

Um die Strömungsdaten des Einstrom-Strahls zu berechnen, wurde der DLR CFD-Löser TAU herangezogen. Für die akustischen Simulationen wurde der DLR CAA-Löser PIANO (Perturbation Investigation of Aerodynamic Noise) in Kombination mit dem RPM (Random Particle Mesh) Code benutzt. Mit diesem Verfahren wird es möglich, sowohl den feinskaligen Turbulenzlärm (Tam & Auriault Quellterm), wie auch die großskaligen Machwellen, die durch hydrodynamische Instabilität angeregt werden, miteinander zu kombinieren. Durch Positionieren der virtuellen Mikrofone können die Schalldruckspektren an beliebigen Stellen in dem Rechengebiet ausgewertet werden. Wobei die Auswertung nicht nur auf das berechnete Nahfeld beschränkt ist, da durch Kirchhoff Verfahren diese Rechnungen ins Fernfeld extrapoliert werden können. Weiterhin waren wir bemüht, die Machskalierungsgesetz in Strouhalähnlichkeit mit diesen Simulationen richtig widergeben zu können.

Do. 14:50 3F

Numerische Akustik 4 - Fluid

A Mixed Formulation for Computational Aeroacoustics applying Spectral Finite Elements

A. Hüppe und M. Kaltenbacher

Alps-Adriatic University of Klagenfurt

In many problems of computational acoustics, the impact of a present flow field on the wave propagation cannot be neglected. For every finite element (FE) approximation, stability, accuracy and efficiency are of great importance. In our contribution we present a time-domain spectral finite element formulation for the acoustic perturbation equations (APE). This system of partial differential equations can be seen as a subset of the linearized Euler equations which include convective terms for the incorporation of flow effects on the acoustic field. The scheme is based on a mixed variational formulation in which the pressure unknowns are approximated continuous whereas we choose a discontinuous approximation for the particle velocity unknowns. This ansatz in combination

with the spectral finite element method results in an efficient and accurate numerical scheme for the conservation equations of acoustics. One of the remaining problems within this approach are the instabilities which arise due to the convective terms in the APE. Therefore, a streamline upwind Petrov-Galerkin (SUPG) scheme is utilized to stabilize the scheme. In the talk we will present the theoretical fundamentals of the computational scheme and present its performance with respect to CPU time and memory consumption when applied to aeroacoustics.

Do. 15:40 3F

Numerische Akustik 4 - Fluid

on the use of moving grid interface for fan noise computation

X. Zheng

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

The motivation for the study is the numerical simulation of the broadband noise generating and scattering process of a ducted industrial fan. Its inlet and geometry is simplified to an axisymmetric cylindrical or annular duct with infinite length upstream and downstream where the duct has axial uniformity. The formulation of the linearized Euler Equations (LEE) and Acoustic Perturbation Equations (APE) was derived for a rotating frame of reference region, a moving grid interface is implemented to DLR's acoustic solver PIANO in order to enable the simulation of turbulence related broadband fan noise with an extended version of DLR's CAA code PIANO in the future. The moving grid interface is developed in accordance with the high resolution numerics of the finite difference CAA code and it is based on Hermite interpolation. The implementation was verified on simple verification test computations such as 'pressure pulse passing through a translating interface' and 'wave propagation in a duct'.

Do. 16:05 3F

Numerische Akustik 4 - Fluid

Numerical Simulation of Acoustically Driven Flows within a Fluid-Structure-Coupled System like the Cochlea

C. Gerstenberger und F.-E. Wolter

Leibniz Univ. Hannover, Inst. für Mensch-Maschine-Komm.

To this day, there is still a controversial debate on the influence of acoustic streaming within the inner ear on the processes of hearing. To investigate the magnitude and structure of these acoustically driven flows, we developed an elaborate computational model using two successive finite-element approaches. Initially, a first-order system is considered which describes a linear acoustic subproblem in the time-domain. Since the acoustic field within the fluid-filled chambers of the cochlea is mainly influenced by the interactions between the watery fluid on the one hand and the partition structure on the other hand, particular attention had also to be paid to the accurate modeling of the biological structures and the coupling conditions. At each time-step, our approach leads to a monolithic system that accomplishes the fluid-structure-interactions in one

step. On the basis of the time-averaged results of the linear acoustic subproblem, the acoustically driven flows, caused by the second order distortions of the underlying Navier-Stokes equations, are determined by assembling and solving an additional stationary system of equations. The results of our numerical simulation yield numerical estimates of the occurrence of acoustically driven flows within the inner ear providing instruments for a discussion on their physiological impact.

Do. 16:30 3F

Numerische Akustik 4 - Fluid

Numerische Berechnung eines Fluids innerhalb und um einer Blockflöte

S. Fuß und S. Marburg

Universität der Bundeswehr München, Inst. für Mechanik

Wir präsentieren die Schallausbreitung und Schallabstrahlung innerhalb und um einem dreidimensionalen Blockflötenmodell. Dazu wird das Fluid innerhalb und im Nahfeld des Instruments mit Tetraederelementen vernetzt. Um die Effekte im Fernfeld abzubilden werden infinite Elemente, in diesem Fall komplex konjugierte Astley-Leis Elemente, an die finiten Elemente angeschlossen. Ziel dabei ist die numerische Berechnung der Eigenfrequenzen aller spielbaren Töne, sowie die Ermittlung des Abstrahlverhaltens bei verschiedenen Griffkombinationen. Zunächst werden die Ergebnisse bei Betrachtung eines statischen Fluides präsentiert. Beim Spielen einer Blockflöte wird jedoch ein Luftstrom in das Instrument eingebracht, welcher die Luftsäule im Inneren des Instruments zum Schwingen anregt. Der Spieler ist in der Lage die Tonfrequenz durch Variation des Anblasdrucks zu beeinflussen und somit eine Feinabstimmung im Klang zu erreichen. Die Beschreibung der Schallausbreitung in rotationsbehafteten Strömungen erfolgt mittels der Galbrun-Gleichung. Wir zeigen zunächst an einfachen Geometrien wie sich die Eigenfrequenzen in Abhängigkeit von der Strömung verhalten und stellen diese Ergebnisse den mittels Helmholtzgleichung berechneten Frequenzen von statischen Fluiden gegenüber.

Sitzung „Adaptronische Ansätze zur Lärm- und Schwingungsminderung“

Do. 8:55 3C

Adaptronische Ansätze

LOEWE-Zentrum AdRIA: Überblick über die Ergebnisse der Aufbauphase

J. Bös^a, T. Bein^{b,c} und H. Hanselka^c^a TU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^b LOEWE-Zentrum AdRIA; ^c Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Das LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronik - Research, Innovation, Application) ist ein großes interdisziplinäres Forschungsprojekt in Darmstadt, das von der hessischen Landesregierung finanziert wird. Neben dem federführenden Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF sind daran auch 22 Fachgebiete aus sechs verschiedenen Fachbereichen der TU Darmstadt sowie ein Fachbereich der Hochschule Darmstadt beteiligt. Die erste Projektphase ("Aufbauphase") mit einer Laufzeit von drei Jahren wird im Sommer 2011 abgeschlossen sein, wobei das Projekt um weitere drei Jahre verlängert werden soll ("Betriebsphase").

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die bisher in der Aufbauphase erzielten Projektergebnisse und einen kurzen Ausblick auf die für die Betriebsphase geplanten Arbeiten. Für die drei sog. Leitprojekte ("Adaptives Auto", "Leises Büro" und "Adaptive Tilger") wurden in den zehn sog. Technologiebereichen die notwendigen Methoden, Modelle, Algorithmen und Werkstoffe für die Entwicklung adaptronischer Systeme zur Lärm- und Schwingungsminderung geschaffen oder weiterentwickelt. Beispielhaft seien die Fortschritte bei der Entwicklung bleifreier und transparenter Piezokeramiken, integrierter Simulationsmodelle, neuartiger Aktoren und Sensoren, innovativer Fertigungsverfahren für robuste Aktoren, neuer Regelungskonzepte und Elektronikkomponenten sowie erweiterter Verfahren zur Bewertung der Zuverlässigkeit aktiver Systeme genannt.

Diese Technologien sollen in der Betriebsphase an realitätsnahen Demonstrationsstrukturen erprobt, weiterentwickelt und praxistauglich gemacht werden.

Do. 9:20 3C

Adaptronische Ansätze

Schwingungsminderung an einer Tragwerkstruktur mit Hilfe Adaptiver Tilger

C. Sabirin^a, J. Rausch^b, T. Röglin^a und D. Mayer^a^a Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt; ^b TU Darmstadt, Institut für Elektromech. Konstruktionen

Um Schwingungen von Strukturen wie Brücken oder Maschinenbetten zu mindern, werden häufig Tilger verwendet. Adaptive Tilger bieten die Möglichkeit, die Tilgerresonanz einer sich ändernden Erregerfrequenz

anzupassen. Hier wird ein modular aufgebauter, adaptiver Tilger vorgestellt. Austauschbare Masseelemente sind an den Enden zweier Kragbalken befestigt. So kann die Eigenfrequenz des Tilgers in einem breiten Bereich manuell an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Die Balken sind beidseitig mit piezoelektrischen Flächenwandlern bestückt, die aktorisch betrieben werden. Die Funktionsweise des Tilgers wird an einem Tragwerk getestet. Hierzu wird an jedem der vier Lagerungspunkte des Tragwerks ein adaptiver Tilger eingebaut. Die Resonanzen der Tilger passen sich durch Ansteuerung der angebrachten Flächenwandler der Anregungsfrequenz an und bewirken so eine lokale Schwingungsminderung an den Einbaupunkten der Tilger. Die implementierten Regelalgorithmen der Tilger basieren auf einer Regelung der Phase zwischen den Schwingungen der Lagerungspunkte und der entsprechenden Tilgermassen, welche mittels Beschleunigungssensoren erfasst werden. Zusätzlich wird zur Verfeinerung in der Regelung die höchstmögliche Beschleunigungsamplitude der Tilgermasse verfolgt und somit eine noch stärkere Schwingungsminderung realisiert. Als Alternative zu Beschleunigungssensoren wird der Einsatz von Dehnungssensoren untersucht, die auf den Biegebalken des Tilgers integriert sind. Zwei Sensortechnologien werden hierbei eingesetzt und mit konventionellen Dehnmessstreifen verglichen: gedruckte resistive Sensoren und inhomogen dotierte piezoresistive Siliziumelemente.

Do. 9:45 3C

Adaptronische Ansätze

Aufbau eines adaptiven Helmholtzresonators zur gezielten Frequenzgangbeeinflussung

C. Thyges^a, O. Heuss^b, T.B. Klaus^b, J. Bösa^a und H. Hanselka^b^aLOEWE-Zentrum AdRIA, Fachgebiet SzM, TU Darmstadt; ^bLOEWE-Zentrum AdRIA, Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Am LOEWE-Zentrum AdRIA wurde ein Demonstrator zur Untersuchung von elastischen Strukturelementen wie Fenstern, Fassaden oder Trennwänden mit angeschlossenem Luftvolumen aufgebaut. Das Luftvolumen wird dabei von der elastischen Wand und fünf weiteren nahezu ideal steifen, schallharten Wänden umschlossen. Durch die schallharten Wände können sich im Inneren bei unterschiedlichen Frequenzen deutliche Schalldruckresonanzen ausbilden. Zur Untersuchung aktiver Maßnahmen an der flexiblen Wand besteht der Wunsch einzelne Resonanzüberhöhungen im Innenraum gezielt beeinflussen zu können. Dies ist mit sogenannten Helmholtzresonatoren, die wie akustische Tilger wirken, möglich. Der Aufbau eines solchen Resonators für die Bedämpfung unterschiedlicher Resonanzspitzen war das Ziel dieser Arbeit. Zur Auslegung des Resonators wurde ein FEM-Simulationsmodell aufgebaut, Simulationen durchgeführt und Erkenntnisse abgeleitet. Damit konnte der Resonator konstruiert und mit Hilfe eines Rapid-Prototyping-Verfahrens hergestellt werden. Er stellt ein dynamisches System mit einem Freiheitsgrad dar. Durch Kombination der beiden konstruktiven Parameter

(Volumen und Halsgeometrie) können seine dynamischen Eigenschaften (Eigenfrequenz und Dämpfung) und damit seine Impedanz eingestellt werden. Mit dem fertig gestellten Resonator wurden Messungen am Demonstrator durchgeführt. Es kann gezeigt werden, dass Veränderungen im Frequenzgang ähnlich wie bei einem gedämpften Tilger in der Strukturmechanik gelingen. Resonanzen im Luftvolumen werden nahezu vollständig durch den Resonator gedämpft. Dies bestätigt die Ergebnisse der Simulationen.

Do. 10:10 3C

Adaptronische Ansätze

Untersuchungen zur aktiven Entkopplung von Fahrwerkskomponenten

H. Atzrodt, S. Herold, T. Drögemüller, J. Millitzer und B. Seipel

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Die Innenraumakustik in einem Fahrzeug wird hauptsächlich durch die Motor-, Wind- und Fahrbahnanregung verursacht. In diesem Beitrag soll ein Konzept für die Beeinflussung des Rollgeräusches dargestellt und mittels numerischer Untersuchungen die Wirksamkeit geprüft werden. Das Rollgeräusch wird über die Reifen und Fahrwerkskomponenten in die Fahrzeugkarosserie eingeleitet. Wird diese Fahrwerkskomponente mittels aktiver Lager von der Karosserie entkoppelt, ist eine Reduktion des Schalldruckes im Innenraum zu erwarten. In den aktiven Lagern werden piezokeramische Aktoren eingesetzt, die auch im höheren Frequenzbereich die Schwingungen und somit den Schalldruck im Fahrzeuginnenraum reduzieren können. Mittels numerischer Untersuchungen soll das Konzept überprüft, die Designparameter für das aktive Lager ermittelt, die Regelung erprobt und die mögliche Performance abgeschätzt werden. Dafür wurden die gemessenen Übertragungsfunktionen aus einer Transferpfadanalyse identifiziert und mit analytischen Modellen gekoppelt, um somit ein Gesamtmodell für die Geräuscentwicklung durch die Fahrbahnanregung zu ermitteln. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bieten die Grundlage für die reale Umsetzung des aktiven Lagers und die Integration in ein Versuchsfahrzeug.

Do. 14:00 3C

Adaptronische Ansätze

Realistische Bewertung schwingungsaktiver Maschinen und deren Lagerungen mittels aktiver Anbindungsimpedanzen

T. Jungblut, S. Wolter und H. Hanselka

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Die Anforderungen an das vibroakustische Verhalten technischer Systeme nehmen stetig zu. Dies betrifft auch den Körperschalleintrag von Maschinen in angrenzende Strukturen. Da die an den Koppelstellen übertragenen Kräfte erheblich von den dynamischen Eigenschaften der verwendeten Lagerungselemente sowie der Trägerstrukturen, auf denen die Maschine gelagert ist, beeinflusst werden, können festgelegte Anforderungen häufig erst nach der Installation einer Maschine an ihrem

Einsatzort überprüft werden. Um bereits auf Basis von Testläufen zu verlässige Aussagen bezüglich des Schwingungsverhaltens einer Maschine oder eines Lagerungssystems treffen zu können, ist es erforderlich die Eigenschaften der Anbindungsstruktur am späteren Aufstellort in den Versuchen zu berücksichtigen. Testaufbauten, die dieser Forderung gerecht werden, sind häufig kostenintensiv, kaum an sich ändernde Randbedingungen anpassbar und können viel Bau- bzw. Lagerraum benötigen. Abweichungen zu den realen Bedingungen müssen trotzdem häufig in Kauf genommen werden. Insbesondere bei großen Maschinen kleiner Stückzahl, die in Großstrukturen integriert werden, ist eine Berücksichtigung der realen Anbindungsbedingungen in der Versuchsumgebung häufig nicht möglich. Eine interessante Möglichkeit, um bei der Bewertung der vibroakustischen Eigenschaften einer Maschine die Wechselwirkungen mit angrenzenden Trägerstrukturen zukünftig berücksichtigen zu können, besteht darin, dass dynamische Verhalten der Anbindungsstrukturen durch aktive oder semi-aktive Systeme nachzubilden. Im Rahmen dieses Beitrags werden verschiedene Konzepte vorgestellt und anhand von Versuchsergebnissen diskutiert.

Do. 14:25 3C

Adaptronische Ansätze

Piezoaktorisches Beeinflussung von Ölwanenschwingungen an einem Dieselmotor

T. Luft^a, S. Ringwalski^b, U. Gabbert^b, W. Henze^a und H. Tschöke^a

^aO.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Inst. für Mobile Systeme; ^bO.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik

An der Geräuschenstehung bei einem Fahrzeug sind wesentlich Strukturschwingungen beteiligt, die unter anderem durch die Verbrennung im Motor verursacht werden. Ein dominierender Strahler am Motor ist die Ölwanne. Aufgrund ihrer großflächigen und dünnwandigen Gestalt eignet sich die Ölwanne besonders für die aktive Schwingungs- und Schallreduktion mittels flächenförmiger piezoelektrischer Aktoren. Ausgehend von vorangegangenen Untersuchungen an einem Rumpfmotor werden im vorgestellten Beitrag bereits entwickelte Ansätze auf den Vollmotor übertragen und damit das Potential der aktiven Maßnahmen am Beispiel eines 4-Zylinder-Dieselmotors analysiert und bewertet. Der erste Teil des Beitrags behandelt die numerische Simulation des Rumpfmotors mittels der FEM. Dadurch wird das dynamische Verhalten bis 1200 Hz abgebildet. Nach Identifikation der Hauptabstrahlmoden werden darauf aufbauend optimale Aktorpositionen an der Ölwanne des Vollmotors abgeschätzt. Im Hauptteil des Beitrags wird ein adaptives Regelungskonzept basierend auf der direkten Geschwindigkeitsrückführung beschrieben. Für die Anwendung des kollozierten Designs werden die piezoelektrischen Sensoren auf der Ölwanneinnenseite und die Aktoren auf der Ölwanneaußenseite appliziert. Die ganzheitliche experimentelle Untersuchung erfolgt auf einem dynamischen Motorprüfstand. Die Wirksamkeit der entwickelten Methoden wird bei stationären

Betriebspunkten und bei Motorhochläufen überprüft. Abschließend werden die Ergebnisse des unregelmäßigen und geregelten Systemverhaltens bewertet und daraus Schlussfolgerungen für die Fortführung der Arbeiten abgeleitet.

Do. 14:50 3C

Adaptronische Ansätze

Auslegung und experimentelle Vermessung eines aktiven gekrümmten CFK - Paneels

O. Unruh, M. Misol, S. Algermissen und T. Haase

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

Die vorliegende Arbeit stellt aktuelle Ergebnisse der Forschungsaktivitäten des DLR im Bereich ASAC (Active Structural Acoustic Control) an gekrümmten CFK-Strukturen vor. Die Auslegung eines Systems zur Schwingungs- und Lärmreduktion geschieht mit der ASAC-Prozesskette. Die Prozesskette simuliert den vollständigen Übertragungspfad von der Strukturanregung bis hin zur geregelten Schallabstrahlung und beinhaltet neben der optimalen Aktuatorplatzierung auch die experimentelle Umsetzung und Vermessung des aktiven Systems. Ein wichtiger Teil der Optimierung ist die approximative Berechnung der Schalleistung mit dem analytischen Ansatz von Bevan. Dieser Ansatz ermöglicht eine numerisch effiziente Berechnung der aktiven Schalleistung in jedem Schritt der Optimierung auf Basis der Oberflächenschnellen und einer hinsichtlich der Krümmung korrigierten Schallstrahlungsimpedanz. Die Güte der Approximation wird durch eine harmonische Analyse in ANSYS unter Berücksichtigung der Fluid - Struktur - Kopplung quantifiziert. Die numerisch ausgelegte CFK-Struktur wird gefertigt, mit Aktuatorik und Sensorik ausgestattet und in einem Schalltransmissionsprüfstand unter Diffusfeldanregung vibroakustisch vermessen.

Do. 15:40 3C

Adaptronische Ansätze

Piezoelktret-Beschleunigungsaufnehmer mit integriertem FET

J. Hillenbrand, S. Haberzettl und G.M. Sessler

TU Darmstadt, Institut für Nachrichtentechnik

Piezoelktret-Beschleunigungsaufnehmer können sowohl mit Ladungs- als auch mit Spannungsverstärkern betrieben werden. Da Piezoelktret-Folien wegen ihrer kleinen Dielektrizitätskonstanten vergleichsweise geringe Kapazitäten besitzen, ergeben sich für die Beschleunigungsaufnehmer hohe Spannungsempfindlichkeiten, die durch Stapelung mehrerer Folien noch vergrößert werden. Um diesen Vorteil in der Praxis auch nutzen zu können, muss ein Impedanzwandler in unmittelbarer Nähe der Folien platziert und der hochohmige Teil des Aufnehmers vollständig mittels eines Faradayschen Käfigs abgeschirmt werden. Derartige Beschleunigungsaufnehmer, mit im Metallgehäuse integriertem FET und bis zu drei gestapelten Piezoelktret-Folien, wurden gebaut und untersucht. Mit Hilfe eines Audioanalysators und eines Shakers wurden die Empfindlichkeit der Aufnehmer im Frequenzbereich von 10 Hz bis 8

kHz, die Querempfindlichkeit, das Rauschverhalten, die minimal auflösbare Beschleunigung und der Einfluss akustischer Störsignale gemessen. Mit einer seismischen Masse von 2,5 g wurden, je nach Größe des statischen Drucks und Anzahl der Folien, Empfindlichkeiten von ca. 100 bis 900 mV/g bei Resonanzfrequenzen von 5 bis 1 kHz gemessen. Die Querempfindlichkeit der Aufnehmer liegt bei ca. 5 % und die der Rauschspannung äquivalente Beschleunigung wurde zu 70 μg bestimmt.

Do. 16:05 3C

Adaptronische Ansätze

Sensitivitätsanalyse an einem aktiv geregelten Rahmen-Platte-Prüfstand

S. Buckert^a, J. Bös^a und H. Hanselka^b

^aTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^bFraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Mit dem Ziel der Quantifizierung des Energieflusses in aktiven Systemen soll das analytische Modell einer Platte mit Piezopatch aus einem Rahmen-Platten-Prüfstand hinsichtlich Parametereinflüssen sowohl in der Simulation als auch experimentell untersucht werden. Mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse können die Einflüsse von Parametern (z.B. Plattendicke, Aktorposition) auf das Systemverhalten untersucht und damit die Parameter identifiziert werden, auf die das System besonders sensibel reagiert. Durch Betrachtung der Sensitivitätswerte können darüber hinaus Zusammenhänge zwischen Parametern dargestellt werden. Das Hauptaugenmerk der Simulationen liegt auf der Untersuchung verschiedener Parametereinflüsse (z.B. Diskretisierungsdichte) auf die Berechnung der Strukturintensität und auf den aus der Strukturintensität berechneten Leistungsfluss in bestimmten Strukturbereichen. Die Bestimmung des Leistungsflusses dient dazu, eine Energiebilanz für das aktive System aufzustellen. Der Leistungsfluss wird mit Hilfe von geschlossenen Integralen um die Aktoren berechnet. Zur Überprüfung der Simulationsergebnisse werden Versuche am Rahmen-Platte-Prüfstand durchgeführt, bei denen das System mit einem Shaker angeregt wird und die Schwingungen mit einem Piezopatch oder einem zweiten Shaker beeinflusst werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können für die Bewertung und den Vergleich aktiver Systeme, zur Reglerauslegung und in der Strukturoptimierung verwendet werden.

Do. 16:30 3C

Adaptronische Ansätze

Simulationen adaptiver Ansätze zur Optimierung der Dämpfungswirkung eines MIMO-ANC-Systems unter Verwendung reflektierter Feldgrößen

C. Kleinhenrich, T. Weigler und D. Krahe

Bergische Universität Wuppertal

Ein gegebenes ANC-System (Active Noise Control) dämpft eine horizontal verlaufende Schallwelle (Primärfeld) innerhalb eines 2-dimensional begrenzten horizontalen Bereiches (Zone der Ruhe), ober- und unterhalb der horizontalen Fläche mit abnehmender Wirkung. Die Erfassung

von Schalldruck und -schnelle entlang der Berandung der Fläche (Multiple Input) ermöglicht die Bestimmung des Schalldruckverlaufs an diskreten Punkten innerhalb der Zone der Ruhe. An diesen Punkten können virtuelle Mikrofone angenommen werden, die ausschließlich das Primärfeld aufnehmen. Ein Lautsprecherarray (Multiple Output) strahlt daraus abgeleitet eine phasengedrehte Nachbildung (Sekundärfeld) des Primärfeldes ab, sodass aus der destruktiven Interferenz eine Dämpfung des Primärfeldes resultiert. Hierfür müssen die Transferfunktionen zwischen realen und virtuellen Mikrofonen sowie zwischen virtuellen Mikrofonen und Lautsprechern bekannt sein. Die Güte des Systems hängt hiervon ab und die Transferfunktionen können sich zeitlich verändern. Daher sind zur Optimierung der Dämpfungswirkung adaptive Mechanismen notwendig, die Veränderungen erfassen und darauf reagieren. Dieser Beitrag untersucht zwei verschiedene Ansätze anhand von Simulationen im Zeitbereich, die das System an die jeweilig vorherrschenden Bedingungen möglichst gut anpassen sollen. Dabei wird eine neue Methode näher betrachtet, die reflektierte Feldgrößen des ANC-Systems für die Abschätzung eines mehrdimensionalen Fehlereingangs heranzieht. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit erfolgt der Vergleich mit einem herkömmlichen Verfahren, das zusätzliche Fehlermikrofone für diese Aufgabe verwendet.

Do. 16:55 3C

Adaptronische Ansätze

Real-time Characterization of Noise Sources with Computationally Optimised Wireless Sensor Networks

F. Philipp, F. Samman und M. Glesner

Technische Universität Darmstadt

Characterization of acoustic and vibration sources in terms of relative position and amplitude is a fundamental requirement for active noise reduction processes. Wireless sensor networks constitute a flexible solution to identify noise sources in various environments by providing valuable information to tune spatially distributed actuators and enhance their efficiency. A wireless sensor node specifically designed for computationally intensive digital signal processing has been developed for real-time and accurate identification of noise sources. Each sensor node is equipped with a microphone and an ultrasonic transceiver. After a self-positioning phase where distances between nodes is measured with time of arrival of ultrasounds, the network is enabled for the detection of external perturbations. Time difference on arrival of sounds are estimated on each node with algorithms based on cross-correlation of compressed signals. The direction of arrival of the noise or the position of its source is then derived by solving a least-squares problem by a method optimised for resource-constrained distributed systems. Results from multiple sensors clusters are combined following a divide and conquer strategy in order to obtain a robust estimate of the position.

Sitzung „Technische Akustik“

Do. 8:30 3B

Technische Akustik

Simulation des dynamischen Verhaltens von Faserkunststoff-Verbunden mit thermoplastischer MatrixM. Klärner^a, P. Nossol^a, L. Kroll^a und S. Marburg^b^aTechnische Universität Chemnitz; ^bUniversität der Bundeswehr München, Inst. für Mechanik

Faserkunststoffverbunden (FKV) mit thermoplastischer Matrix eröffnen durch moderne großserienfähige Fertigungsverfahren zahlreiche Möglichkeiten der energie- und ressourceneffizienten Herstellung sowie einer masse- und belastungsoptimierten Bauteilgestaltung. Als eine besondere Eigenschaft der thermoplastischen Matrix ist neben der effizienten Herstellung insbesondere die hohe Materialdämpfung hervorzuheben, welche über die Parameter Lagenaufbau und Faservolumengehalt zudem eine hohe Variabilität bietet. Zur Simulation des dynamischen Bauteilverhaltens mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente gilt es, gültige Dämpfungsmodelle zu ermitteln, deren Parameter experimentell zu bestimmen und diese in der Simulation zu verifizieren. Im vorliegenden Beitrag werden diese Untersuchungen an verschiedenen thermoplastischen FVK durchgeführt und mit FEM-Simulationen verglichen. Die Ergebnisse zeigen die Gültigkeit der in der FEM verfügbaren Dämpfungsmodelle für die modernen Leichtbauwerkstoffe und ermöglichen qualitative und quantitative Bewertungen der dynamischen Eigenschaften von verschiedenen Verbunden anhand der Freiwerte.

Do. 8:55 3B

Technische Akustik

Modellierung des dynamischen Verhaltens und der Schalldämmung von einfach gekrümmten Faserverbundschalen mit hohem LeichtbaugradW. Hufenbach, B. Grüber, M. Dannemann und S. Friebe
TU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

Aufgrund ihres einstellbaren Eigenschaftsprofils werden Leichtbaustrukturen aus faserverstärkten Materialien zunehmend in vielen Hochtechnologieanwendungen eingesetzt. Insbesondere für anspruchsvolle Anwendungen im Bereich der Luft- und Raumfahrt wird dabei ein minimales Strukturgewicht bei hoher Steifigkeit in Verbindung mit einer hohen Werkstoffdämpfung sowie geringer Schallabstrahlung angestrebt. Hierbei bieten anisotrope Faserverbundwerkstoffe ein hohes Leichtbaupotential, da eine maßgeschneiderte steifigkeits- und dämpfungsoptimierte Lösung durch intelligente Wahl der zahlreichen Entwurfsvariablen wie etwa Faserwinkel, Schichtdicken und Materialien realisiert werden kann. Das vibroakustische Verhalten von faserverstärkten Mehrschichtverbundschalen ist durch eine Überlagerung von Materialanisotropie mit dem geometrisch bedingtem komplexen Verformungsverhalten gekennzeichnet. Das entwickelte und hier vorgestellte analytisch basierte Modell trägt diesem komplexen Verhalten Rechnung und beinhaltet neben

der Berechnung der Modalparameter Eigenfrequenz, modaler Verlustfaktor und Eigenform auch die Berechnung der Schalldämmung bzw. abstrahlung bei einer Anregung durch ein Diffusfeld. Dabei ermöglicht die analytische Formulierung des Problems eine schnelle Bewertung und einen Vergleich der zahlreichen Varianten im Rahmen von Parameterstudien. Mit Hilfe dieser Studien wird der Einfluss der unterschiedlichen Entwurfsvariablen auf die Zielfunktionen "Eigenfrequenz" und "Schalldämmmaß" ermittelt. Die Ergebnisse fließen dann in Richtlinien zur vibroakustisch optimalen Gestaltung derartiger Faserverbundschalen ein.

Do. 9:20 3B

Technische Akustik

Kombinierte Fluid-Struktur-Schwingungen in fluidgefüllten Leistungstransformatoren

M. Ertl^a und H. Landes^b

^aSiemens Energy Sector; ^bSIMetris GmbH

Vibrationen der Transformatorenwicklungen und des -kerns führen in fluidgefüllten Leistungstransformatoren zu Druckschwankungen im Fluid, die nach mehrfachen Fluid-Struktur-Wechselwirkungen die Tankwände akustisch diffus zu Schwingungen anregen. Hieraus resultiert das typische Brummgeräusch von Transformatoren. Ein zielgerichtetes geräuscharmes Design fordert neben der Reduzierung der primären Schallquellen die Vermeidung von Resonanzüberhöhungen durch angeregte Eigenschwingungen des Tanks sowie akustischer Moden im umschlossenen Hohlraum. Unvorhersehbare Geräuschprobleme des Transformators treten jedoch durch die starke Fluid-Struktur-Kopplung des dünnwandigen, biegeweichen Tanks mit dem umschlossenen akustischen Hohlraum im Tankinneren auf.

In dieser Arbeit erfolgt eine Untersuchung der Fluid-Struktur-Kopplung, namentlich der gekoppelten akustischen Moden, der gekoppelten Strukturmoden sowie der kombinierten Fluid-Struktur-Schwingungen. Es zeigt sich, daß die Struktur-Eigenfrequenzen der einseitig mit schweren Fluid beladenen Tankwand wesentlich abgesenkt werden. Auf die Hohlraummoden wirkt die Tankwand als akustische Abschlußimpedanz und senkt deren Eigenfrequenzen. In beiden Fällen tritt durch die Kopplung keine Änderung der zugehörigen Eigenformen auf. Weiterhin treten kombinierte Schwingungsmoden auf, die isoliert weder im fluidgefüllten Hohlraum bei schallhartem Abschluß als auch im fluidentleeren Tank auftreten.

Do. 9:45 3B

Technische Akustik

Experimentelle und numerische Untersuchung der Luftschalldämmung von wabenförmig strukturierten, ebenen Blechen

C. Langhof und E. Sarradj

BTU Cottbus

Die mechanischen Eigenschaften ebener Bleche aus verschiedenen metallischen Werkstoffen können durch Einbringen einer regelmäßigen,

wabenförmigen Strukturierung gezielt verändert werden. Dies verspricht ein hohes Potenzial im Zuge der Gewichtersparnis im Fahrzeug- und Flugzeugbau durch Materialeinsparung bei gleichbleibender Steifigkeit. Über die Schalldämmungseigenschaften einzelner Bleche und zusammengesetzter Konstruktionen aus wabenförmig strukturierten Blechen ist bislang nur wenig bekannt. Es existieren Theorien zur Berechnung einschaliger und doppelschaliger Konstruktionen mit isotropen und orthotropen elastischen Eigenschaften. Eine Behandlung der Strukturierung durch Betrachtung von nicht strukturierten Blechen mit äquivalenter Biegesteifigkeit und Masse wird hier nicht als ausreichend angesehen. In diesem Vortrag werden Durchführung und Ergebnisse von Messungen der Luftschalldämmung ebener, wabenförmig strukturierter Bleche in einem Prüfstand vorgestellt. Die Prüflinge unterscheiden sich in verschiedenen Parametern wie der Dicke des Bleches und dem Durchmesser der Waben. Weiterhin werden eine Modellierung der homogenen strukturierten Bleche mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode vorgestellt und einzelne numerische Ergebnisse gezeigt.

Do. 10:10 3B

Technische Akustik

Modellbeschreibung zum Einfluss von Luftdurchlässen auf die Schall-Längsübertragung zwischen Räumen

K. Bay, W. Herget und P. Leistner

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Durch RLT-Anlagen versorgte Räume stehen über gemeinsame Lüftungskanäle miteinander in Verbindung, die einen Übertragungsweg für den Luftschall von einem Raum zum nächsten oder über mehrere Räume hinweg bilden. Im Blickpunkt des Vortrages steht die Verbindung vom Lüftungskanal zum Raum, die im Allgemeinen durch geometrisch angepasste und gegebenenfalls bedämpfte Luftdurchlässe hergestellt wird. Schrittweise wird die rechnerische Beschreibung einfacher Luftdurchlässe nach dem Wellenleitermodell entwickelt und die Durchgangsdämpfung mit Messungen verglichen. Darauf aufbauend erfolgt die Erweiterung des Modells zur Beschreibung der Schall-Längsübertragung zwischen Räumen. Der Einfluss von Luftdurchlässen auf die Schall-Längsübertragung wird dargestellt und anhand von Messwerten diskutiert. Hinweise für den praktischen Einsatz werden abgeleitet.

Do. 14:00 3B

Technische Akustik

Modelle zur Beschreibung der Übertragungsfunktion innerhalb von geschlossenen, kleinen Gehäusen mittels Wave Guides bzw. mittels Volumen- und Streukörpern.

F.B. Konkel und B.A.T. Petersson

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Diese Arbeit beschreibt die Übertragungsfunktion von Schallfeldern innerhalb von kleinen, geschlossenen Gehäusen, welche mit verschiedenen schallharten Objekten gefüllt sind. Es wird der Frequenzbereich betrachtet, innerhalb dem sich die ersten gut separierten Moden ausbilden.

In dieser Arbeit werden zwei erarbeitete Modelle miteinander verglichen. Beim ersten Modell handelt es sich um die Beschreibung des freien Volumens des Schallfeldes mit Hilfe von Wave Guides, die symmetrisch innerhalb des beschriebenen Versuchsraumes angeordnet werden. Dabei handelt es sich um Versuchsräume, die der Größe eines PKW-Motorraums oder Haushaltsgeräten entsprechen. Im zweiten Modell wird das Schallfeld innerhalb eines geschlossenen kleinen Raumes mittels Volumenkörper und Streukörper gefüllt und beschrieben. Das Modell bezieht sich auf verschiedene Füllgrade des Raumes und wird zufällig mit verschiedenen großen Objekten innerhalb der Raumkoordinaten gefüllt. Dazu werden verschiedene Verteilungen mittels unterschiedlich großer Füllkörper untersucht. Diese werden ebenfalls in ihrer Anzahl variiert.

Diese unterschiedlichen Herangehensweisen werden in dieser Arbeit gegenüber gestellt und miteinander verglichen.

Mit diesen Modellen ergeben sich bereits in einem frühen Designabschnitt der Entwicklung von Produkten Ergebnisse zur Aussage zum Übertragungsverhalten und zum Schallfeld innerhalb des Gehäuses. Mittels dieser Erkenntnisse kann eine Optimierung frühzeitig in der Produktentwicklung realisiert werden.

Do. 14:25 3B

Technische Akustik

Modalanalyse eines reflexionsarmen Raumes

S. Gündert^a, I. Bork^b und M. Blau^c

^aPTB, IHA, Karlsruhe; ^bPhysikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig; ^cInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.

Das Schallfeld reflexionsarmer Räume wird durch die Berandungen maßgeblich beeinflusst. Bei tiefen Frequenzen kann der erhöhte Reflexionsfaktor zu unzureichend genauen Messergebnissen führen, da u.a. durch schwach gedämpfte Moden tieffrequente Störgeräusche signifikant verstärkt werden. Mit einer experimentellen Modalanalyse des Schallfeldes sollten die modalen Parameter ermittelt werden. Durch Verwendung einer geeigneten Modalanalysesoftware wird eine anschauliche Darstellung der Schalldruckverteilung ermöglicht. Das Messverfahren wird vorgestellt und Ergebnisse sowie Konsequenzen für die Messtechnik werden diskutiert.

Do. 14:50 3B

Technische Akustik

Veränderung der Richtcharakteristik abgestrahlter akustischer Moden am Triebwerkseinlauf mit Hilfe eines Virtual Scarfed Intake LinersD. Redmann*EADS Innovation Works*

Absorptiv ausgelegte Liner sind aufgrund ihrer Effizienz bekannt und bilden heutzutage die Standardmethode zur Reduzierung des Triebwerkslärms. Diese Art der Liner wirkt allerdings weniger effektiv auf sich primär axial ausbreitende Moden. Die Lärmemissionen unter An- und Abflugbedingungen stellen somit immer noch ein kritisches Zulassungskriterium dar.

Mit Hilfe eines so genannten Virtual Scarfed Intake Liners (VSI-Liner) kann die Richtcharakteristik der vom Triebwerkseinlauf abgestrahlten akustischen Moden verändert und somit die Reduzierung des Schallteppichs am Boden bewerkstelligt werden. Die Anwendung dieser neuen Technologie verspricht mit einer unveränderten Einströmung im Triebwerkseinlauf gepaart mit einem nur geringfügigen Gewichtszuwachs deutliche Vorteile gegenüber dem Versuch zur Implementierung von einem tatsächlichen Scarfed Intake.

Im Rahmen dieses Berichts wird die akustische Wirkungsweise solcher Liner anhand der numerischen Simulationen sowie der experimentellen Untersuchungen im EADS Innovation Works Akustik-Labor näher betrachtet. Die theoretische Wirkung eines VSI-Liners aufgrund des Impedanzsprunges in der unmittelbaren Nähe des Triebwerkseinlaufes konnte dabei sowohl anhand der Simulation (ACTRAN-Berechnungen) als auch der Messung (Vermessung der Akustik im Fernfeld in einem reflexionsarmen Raum) nachgewiesen werden.

Do. 15:40 3B

Technische Akustik

Determination of the acoustic damping characteristics of an annular tail-pipe.R. Boonen*KU Leuven, Dept. Mechanical Engineering*

A damping device, consisting of an annular tail-pipe, has been developed. It is applicable in situations wherein acoustic damping is required in combination with low flow resistance. Examples are ventilation systems, turbo-engines, intake and exhaust systems for internal combustion engines. The device consists of a central tube surrounded by a narrow slit. The central tube has an acoustic mass which impedance increases with frequency. When the frequency has been increased sufficiently, a considerable part of the acoustic flow passes through the slit where it will be damped. In this way, acoustic energy will be dissipated while the flow experiences a low flow resistance. The acoustic properties of the device will be investigated using an electrical equivalent circuit. The impedance

will be measured using an impedance measurement duct. The slit resistance will be identified and the damping mechanism will be investigated qualitatively. As result, the slit resistance consists of a linear part, which depends on the air viscosity, and a non-linear part, wherein the loss of kinetic energy of the moving fluidum through the slit causes acoustic damping.

Do. 16:05 3B

Technische Akustik

Modifikation der Berechnung der Resonanzfrequenz von Helmholtzresonatoren

S. Braun

Kunstuniversität Graz

Mit diesem Beitrag werden die Ergebnisse der messtechnischen Evaluierung der Gleichung für die Berechnung der Resonanzfrequenz von Helmholtzresonatoren vorgestellt. Dazu wurden mehrere Serien von Resonatoren mit unterschiedlichen Parametern für Halsradius, Halslänge und Volumen aufgebaut und im Impedanzrohr nach ISO 10534-2 vermessen. Aus dem frequenzabhängigen Absorptionsgrad und der akustischen Impedanz ist die Resonanzfrequenz direkt ablesbar. Zwischen den theoretischen Werten und den Messergebnissen treten deutliche systematische Abweichungen auf, deren Ursache sich auf die Mündungskorrektur in der Gleichung für die Resonanzfrequenz eingrenzen lässt. Durch die Auswertung der Messdaten ist es möglich, eine modifizierte Gleichung für die Berechnung der Mündungskorrektur abzuleiten, in der nicht nur der Halsradius sondern auch die Halslänge berücksichtigt wird. Die Abweichung zwischen Berechnung und Messdaten lässt sich durch die modifizierte Gleichung für die Resonanzfrequenz von ursprünglich 6 % auf 2 % verringern, was vor allem im tieffrequenten Bereich eine deutliche Verbesserung bei der Dimensionierung von Helmholtzresonatoren bringt.

Do. 16:30 3B

Technische Akustik

Einige Anmerkungen zur Auslegung von Absorptionsschalldämpfern mit Hilfe des erweiterten Kundt'schen Rohres

J. Hübelt^a, T. Geyer^b, S. Kluth^c und M. Ruhnau^c

^aHochschule Mittweida - University of Applied Sciences; ^bBTU Cottbus;

^cGesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Der Vortrag beschäftigt sich mit der Vorhersage der Einfügungsdämpfung von Absorptionsschalldämpfern. Zu diesem Zweck wird in einem erweiterten Kundt'schen Rohr das Kennwertpaar eines Absorbers mit Hilfe des Übertragungsmatrixverfahrens gemessen. Anhand dieses Kennwertpaares wird die Einfügungsdämpfung der niedrigst gedämpften Mode und daraus die Kanaldämpfung eines Schalldämpfers, der mit diesem Absorbermaterial ausgekleidet ist, berechnet. Dabei werden unter anderem die Geometrie des Schalldämpfers, verschiedene theoretische Absorbermodelle, lokal-reagierende sowie lateral-reagierende Absorbermaterialien und eine stationäre Strömung im Kanal berücksichtigt. Zur

Dämpfungsberechnung findet als Näherungsverfahren die Kettenbruchentwicklung Anwendung, deren Genauigkeit auf der Basis der Arbeiten von Mechel untersucht wird.

Sitzung „Musikalische Akustik“

Do. 8:55 2B

Musikalische Akustik

Untersuchung zur Wahrnehmungsschwelle von Parametern musikalischer Klangbearbeiter

C. Budde

Hamburg

Aus der Psychoakustik ist bekannt, dass messbare Unterschiede nicht zwangsweise auch hörbar sein müssen. Vielmehr bedarf es erst einer gewissen Wahrnehmungsschwelle, bis das Gehör Unterschiede gezielt differenzieren kann.

Zu alltäglichen Situationen und einfachen Sachverhalten finden sich in der Literatur bereits viele Untersuchungen, in denen die gerade noch wahrnehmbaren Unterschiede bereits hinreichend ermittelt wurden (z.B. Lautheit von Straßenlärm). Zu komplexeren Sachverhalten, insbesondere im Zusammenhang mit Musik, ist allerdings eher wenig bekannt. Das lässt sich auch darin begründen, dass hierbei die Hörerfahrung der Probanden eine größere Rolle spielt.

In diesem Vortrag sollen daher Methoden vorgestellt werden, um verschiedene Freiheitsgrade bzw. Parameter von musikalischen Klangbearbeitern (wie z.B. Equalizern oder Kompressoren) zu untersuchen. Darüber hinaus werden erste Ergebnisse dieser Untersuchung präsentiert, die mit "trainierten" Probanden (Musikern, Tonmeistern) durchgeführt wurden.

Do. 9:20 2B

Musikalische Akustik

Schwingungen in Streichinstrumenten - verfolgt mit Polymerfolien-Sensoren

G. Gidion

University of Potsdam

Piezoelektrische Polymerfolien, z.B. aus PVDF oder einigen seiner Kopolymere, sind typischerweise 10 bis 100 μm dünn und können in vielfältiger Weise konfektioniert und eingesetzt werden. Mit solchen Sensorfolien, die zwischen Steg und Decke platziert werden, können wichtige Erkenntnisse über das Schwingungsverhalten in Streichinstrumenten gewonnen werden. Dazu muss zunächst ein grundlegendes Verständnis der komplexen Vorgänge bei der gestrichenen Saite vorliegen, welches vor allem von Helmholtz, Raman und Cremer erarbeitet wurde. Deren mathematisch-physikalische Modelle werden hier mit den Signalen verglichen, die man mit den Polymer-Sensoren misst. Dabei spielt dann einerseits eine Rolle, dass die sogenannte Helmholtz-Bewegung - der

musikalisch wünschenswerte Schwingungszustand - durch die Torsionsschwingungen der gestrichenen Saite ergänzt werden muss. Andererseits muss berücksichtigt werden, wie der Steg die Saitenschwingungen auf den Korpus überträgt. Schließlich zeugt der Vergleich der Signale von diskant- und bassseitigem Stegfuß von der Asymmetrie, die vor allem von Stimmstock und Bassbalken hervorgerufen wird.

Do. 9:45 2B

Musikalische Akustik

Die Hans-Henny-Jahnn-Orgel in St. Ansgar, Hamburg-Langenhorn Untersuchungen zu Raumakustik und Orgelklang

C. Ruhe und V. Schmidt

Taubert und Ruhe GmbH

St. Ansgar in Hamburg-Langenhorn, erbaut 1929/30, ist ein von Funktionalität geprägter Sakralbau aus der Phase des Neuen Bauens nach dem Ersten Weltkrieg. Der norddeutsche Orgelreformer Hans Henny Jahnn entwarf die Orgel, welche 1931 von der Firma Furtwängler und Hammer aus Hannover gebaut wurde. Diese Orgel war lange Jahre nicht spielfähig. Ein zwischenzeitlich davor errichtetes Ersatzinstrument war desolat und musste wieder ausgebaut werden. Dabei entstand die Überlegung, die Jahnn-Orgel wieder spielfähig zu machen bzw. zu restaurieren oder abermals ein neues Instrument anzuschaffen. Bereits vor 35 Jahren haben Untersuchungen zur Klangentfaltung der Jahnn-Orgel stattgefunden. Auslöser war damals die Aussage, die Orgel sei zu leise, um den Gemeindegesang begleiten und führen zu können. Hierzu ist auch die Wirkung des ungewöhnlichen Prospektes von Interesse. Im Zusammenhang mit den Beanstandungen wurde auch verschiedentlich geäußert, dass die Raumakustik der Kirche, insbesondere die Nachhallzeit, durch mehrere Umbauten (bezogen auf den jetzigen Zeitpunkt) ungünstig verändert wurde. Nur deshalb sei die Orgel jetzt zu leise. Der Fragestellung, ob nicht die Intonation des Instrumentes, sondern ausschließlich die Nachhallzeit "Schuld" hat, dass die Orgel als zu leise empfunden wird, wird im 1. Vortrag nachgegangen.

Do. 10:10 2B

Musikalische Akustik

Die Hans-Henny-Jahnn-Orgel in St. Ansgar, Hamburg-Langenhorn Untersuchungen zur Schallabstrahlung

V. Schmidt und C. Ruhe

Taubert und Ruhe GmbH

Die raumakustischen Untersuchungen in St. Ansgar, Hamburg-Langenhorn, hatten gezeigt, dass der Kirchenraum - in den Grenzen der angegebenen zwischenzeitlichen Veränderungen - nur von marginalem Einfluss auf den Orgelklang war. Nun waren die Einflüsse der Orgel selbst und ihres Prospektes auf die Schallabstrahlung zu untersuchen. Besondere Schwierigkeiten ergaben sich dadurch, dass das Instrument eigentlich nicht spielfähig war. Die Windladen waren undicht und der Winddruck zu gering. Weiterhin wurde die Schallabstrahlung durch eine

hinter dem Prospekt eingezogene Kunststoff-Folie zum Schutz gegen Schimmelsporen beeinträchtigt. Wie sollte man die Frage beantworten, ob die Orgel tatsächlich zu leise ist, um den Gemeindegesang zu begleiten und zu führen? Umfragen bei etlichen Orgelbauern zeigten, dass diese nicht wissen, wie laut ihr Instrument im Raum ist. Sie dimensionieren lediglich die Registeranzahl nach Raumvolumen und Nachhallzeit. Aus den Messungen wurden Hypothesen abgeleitet, welche zum Teil in die Restaurierung (Jähmlich, Dresden, 2008) einfließen. Anderen standen Denkmalpflegerische Aspekte entgegen. Messungen nach Abschluss der Arbeiten dokumentieren den erreichten Erfolg. Anhand von Untersuchungen aus weiteren norddeutschen Kirchen sind inzwischen auch Aussagen über die "Mittlere Plenum-Lautstärke" möglich. Hier hat die Jahn-Orgel gut aufgeholt.

Sitzung „Körperschall“

Do. 14:00 2B

Körperschall

Drei Linien der Entwicklung von Methoden zur Charakterisierung von Körperschallquellen

H. Bonhoff

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Körperschallquellencharakterisierung beschreibt ein breites Spektrum von für die Fertigungsindustrie und Ingenieurbüros höchst relevanten Ansätzen und Anwendungen. Basierend auf den verschiedenen Zielen können diese Methoden in drei Gruppen unterteilt werden. Die erste Gruppe umfasst Ansätze zur Messung der passiven und aktiven Eigenschaften der Vibrationsquellen. Das Ziel der zweiten Gruppe von Methoden ist die Vorhersage der Körperschallpegel zum Beurteilen der Einhaltung von Grenzwerten sowie zum Vergleich unterschiedlicher Maschinen oder Bauteile. Die Ansätze der dritten Gruppe befassen sich mit dem Verarbeiten und Darstellen der Daten, um einen Einblick in die zugrundeliegenden physikalischen Mechanismen zu gewähren. Solch eine physikalische Transparenz ist für die Entwicklung und Optimierung geräuscharmer Produkte sowie zur verständlichen Präsentation der Daten erforderlich. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die relevantesten Neu- und Weiterentwicklungen der drei Linien zur Charakterisierung von Körperschallquellen und die bestehenden Tendenzen und Problematiken werden diskutiert.

Do. 14:25 2B

Körperschall

On the importance of high-order terms in interface mobilities for structure-borne sound source characterization

A. Eslami und H. Bonhoff

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

The characterization of structure-borne sound sources is of importance for prediction and control of vibrational power transmission to receiver

structures. One method to achieve this goal is to employ the source descriptor and coupling function. For multi-point source-receiver assemblies, this characterization is simplified by making use of the concept of interface mobilities. Here, the velocity, forces and mobilities along the interface are decomposed into interface orders by means of a spatial Fourier series expansion. The number of these orders is determined by the Nyquist limit and any order beyond this limit is disregarded due to repetition. Furthermore, it is more intuitive to show the physical quantities along the interface with merely the lower orders that represent rigid body translation and rotation. It is therefore interesting from a practical point of view to study the applicability of the low-order approximation. For that purpose, the interface orders can be divided into the lower orders, as mentioned above and the rest of the orders, called the higher orders. In this paper, the effects of neglecting the high-order terms are investigated with regard to the practicability as well as the performance of the interface mobility method for source characterization.

Do. 14:50 2B

Körperschall

Anwendung des Quellendeskriptors zur Entwicklung vibrationsarmer Maschinen und Anlagen

A. Sayer und H. Bonhoff

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Bei Maschinen sowie bei Anlagensystemen werden Schwingungen von der Quelle auf bestimmte Empfänger übertragen. Diese Leistungsübertragung kann mit dem Konzept der Interface-Mobilitäten beschrieben werden. Hierbei werden die Kraft, die Schnelle und die Mobilitäten auf einem theoretischen Interface, das alle Berührungspunkte zwischen Quelle und Empfänger enthält, in einzelnen Ordnungen mit Hilfe der örtlichen Fourier-Transformation aufgespalten. Somit kann die komplexe Leistung als eine Summation aller Ordnungen dargestellt werden und der Übertragungsprozess mehrerer Kontaktpunkte dann auf den formalen Einpunktfall zurückgeführt werden. Die komplexe Leistung besteht aus zwei Teilen, dem Quellendeskriptor, der nur von den Eigenschaften der Quelle abhängt und der Kopplungsfunktion, die als eine Art Filter fungiert und darstellt, wie stark die Ordnungen des Quellendeskriptors übertragen werden. In diesem Beitrag wird die Anwendung des Quellendeskriptors zur Minimierung der komplexen Leistung gezeigt. Hierbei ist der Ansatz, die Ordnungen des Quellendeskriptors zu reduzieren, welche durch die Kopplungsfunktion am stärksten übertragen werden. Dies kann zum Einen durch die Manipulation der aktiven Eigenschaft der Quelle, der freien Schnelle, und zum Anderen durch die Manipulation der passiven Eigenschaft der Quelle, der Mobilität erfolgen. Dazu wurde ein analytisches Quelle-Modell erstellt, an welchem die Beeinflussbarkeit des Quellendeskriptors numerisch untersucht wurde. In einem Laborversuch wurden die Simulationsergebnisse des Weiteren experimentell validiert.

Do. 15:15 2B

Körperschall

Virtual Acoustic Prototyping for electrical steering systemsM. Bauer^a, A. Moorhouse^a und T. Alber^b^a *University of Salford (UK)*; ^b *ZF Lenksysteme GmbH*

In vehicles, the structure-borne sound contributions of many components are of interest. Relatively new kinds of components are electrically powered steering systems, which hence have to be looked at in detail. For ZF Lenksysteme GmbH, an innovative manufacturer of steering systems, it is important to know the sound character of a certain steering system in a vehicle as early as possible in the development process. Therefore, the project 'Virtual Acoustic Prototypes' was initialized to develop a methodology to predict the structure-borne sound, caused by steering systems, in vehicles. Experimental data, gained from test rig and vehicle measurements serve as input quantities. The characterization of the steering system is purely done at a test bench, using the in-situ blocked force method, yielding a characteristic source activity quantity. Subsequently the source activity is virtually transferred to the vehicle interior via in-situ frequency response functions. This approach is closely related to the well known TPA strategy, but extends the source characterization part to a different test bench structure. This methodology is validated via comparison of measured and predicted sound pressure in a vehicle during a steering manoeuvre.

Do. 16:05 2B

Körperschall

Entwicklung eines hybriden aktiven Lagerungssystems mit paralleler KrafteinleitungR. Kraus^a, J. Millitzer^b, C. Hatzfeld^c und R. Werthschützky^c^a *LOEWE-Zentrum AdRIA, Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt*; ^b *Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt*; ^c *TU Darmstadt, Institut für Elektromech. Konstruktionen*

Im Hinblick auf den Fahrkomfort und das akustische Verhalten sind die Möglichkeiten passiver Motorlagerungen weitestgehend ausgeschöpft. Auf der Suche nach weiteren Verbesserungen gelangen aktive Lagerungen zunehmend in den Fokus aktueller Forschungstätigkeiten. Durch die Einleitung von Gegenkräften kann bei solchen Systemen die Körperschallanregung gegenüber konventionellen Abkoppellementen zusätzlich gesenkt werden. Die Topologie aktiver Lagerungssysteme besteht häufig aus einer Aktorik, die zu einem passiven Lagerungselement in Reihe geschaltet ist und so neben den dynamischen Kräften auch die statisch wirkenden Kräfte aufnehmen muss. Der statische Kraftanteil resultiert bei solchen hybriden Lagern im einfachsten Fall aus der Motor-masse und ist meist deutlich größer als die akustisch relevanten, dynamischen Kraftanteile.

Vorgestellt wird eine Möglichkeit das aktive Element von der statischen Last zu entkoppeln und die auf die Aktorik wirkenden Kräfte im Idealfall

auf die dynamischen Erregerkräfte zu begrenzen. Die hierdurch sinkenden Anforderungen an die Aktorik vereinfachen über die Gewichts und Bauraumeinsparungen hinaus die Integration von Wegübersetzungsmechanismen. Zudem werden der notwendige Leistungsbedarf und damit auch die Anforderungen an die Leistungselektronik, die häufig eine die Leistungsfähigkeit begrenzende Komponente darstellt, reduziert. Neben der Vorstellung des neuartigen Wirkprinzips wird auf die zugrunde liegende Simulationsmethodik eingegangen und nach Festlegung konstruktiver Randbedingungen der Einsatz eines Genetischen Algorithmus zur Bestimmung optimaler Lagerparameter erläutert.

Do. 16:30 2B

Körperschall

A Method for Measuring the Vibrational Sensitivity of Hearing Aid Microphones

A.-M. Sanger^a und C. Weistenhofer^b

^a *Siemens Audiologische Technik GmbH (now: Sonion)*; ^b *Siemens Audiologische Technik GmbH*

Vibration as well as sound causes an electrical signal at the output panel of a hearing aid microphone. For the measurement of the vibration sensitivity of a hearing aid microphone the microphone traditionally is vibrated using a shaker. When vibrating the microphone the shaker generates sound. One of the greatest challenges in measuring the vibration sensitivity is to separate the microphone output signal caused by vibration from the output signal caused by the sound of the shaker.

The traditional approach would be either to vibrate the microphone in a soundproof enclosure or to build a soundproof enclosure around the shaker. Both approaches require a high level of accuracy in the placement of the microphone and are relatively time-consuming.

A novel solution will be presented that allows for a vibration sensitivity measurement of a hearing aid microphone without using a sound proof enclosure by canceling out the influence of the sound of the shaker mathematically.

Do. 16:55 2B

Körperschall

Force Field Analysis of Vertical Drainage Pipes Excited by Two-Phase Flow

R.A. Alzugaray und B.A.T. Petersson

TU Berlin, Institut fur Stromungsmechanik und Techn. Akustik

Thin walled cylindrical shells are generic structures found to be present in many engineering applications such as lightweight drainage pipe systems. The vibrational behavior of cylindrical shells has been widely studied for the hollow and fluid-filled case; nevertheless, this analysis needs to be taken further for the case when more than one conveying phase is accounted.

The present work is devoted to the velocity and force field analysis of finite vertical drainage pipes conveying two-phase flow - air and water - on

route towards a structure-borne sound source characterization. Experimental results and an extended formulation for the order decomposition in the circumferential and axial direction are presented.

Sitzung „Ultraschall 2“

Do. 8:55 2C

Ultraschall 2

Untersuchungen von Mehrblasen-Sonolumineszenz bei 370 kHz

A. Thiemann, T. Nowak und R. Mettin

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

Für eine akustisch angeregte Kavitationsstruktur bei einer Frequenz von 370 kHz werden zeit-, orts- und farbaufgelöste Sonolumineszenzaufnahmen, akustische sowie optische Spektren und Hochgeschwindigkeitsaufnahmen gezeigt. Als Flüssigkeitsmedium werden DI-Wasser und SDS-Lösungen beschallt und verglichen. Aus den Daten wird versucht, die Blasen zu identifizieren, die für die Natrium-Linie im Spektrum verantwortlich sind und deren Kollapseigenschaften zu bestimmen.

Do. 9:20 2C

Ultraschall 2

Messung und Vergleich verschiedener Effekte von Kavitation für eine quantitative Beurteilung von Anwendungsprozessen

M. Jüscke und C. Koch

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Bei der Optimierung kavitationsgestützter Prozesse wird häufig empirisch vorgegangen. Objektive Anforderungen, die beispielsweise eine Beschreibung für ein Qualitätsmanagement ermöglichen würden, sind daher schwer aufzustellen. In diesem Beitrag werden Messmethoden vorgestellt, die quantitative Kavitationsindikatoren liefern und die auf praktische Anwendungsprozesse angewandt werden können. Zur Untersuchung ihrer Eigenschaften werden Beziehungen zwischen den verschiedenen Messgrößen und Wirkungen der Kavitation hergestellt.

In einem Ultraschall-Reinigungsbad wurden lokal an ausgewählten Stellen mit vier verschiedenen Sonden Wirkungen der Kavitation gemessen: 1. mit einem Hydrophon spektrale Komponenten des Schalldrucks, 2. die Erosion von Alufolie mit einem quantitativen Verfahren, wobei drei Erosionsgrade unterschieden werden: Dellen, Grate und Löcher, die in Alufolie entstehen, 3. eine sonochemische Reaktion: die Entstehung von I_3^- in einer Kaliumiodid-Lösung und 4. die Lumineszenz in einem Luminol-gefüllten Röhrchen. Als äußere Parameter wurden die Temperatur und der Sauerstoffgehalt des Wassers variiert, und die Wandler wurden mit verschiedenen Leistungen betrieben.

Ein sigmoides Verhalten ist für den meisten Wirkungen bei unterschiedlichen Leistungsstufen zu sehen. Vergleicht man steigende und fallende Leistungen zeigt sich ein Hystereseeffekt. Bei steigenden Temperaturen setzt die Kavitation schon bei geringeren Leistungen ein.

Do. 9:45 2C

Ultraschall 2

Multivariate Datenanalyse zur objektiven Beschreibung von KavitationsanwendungenC. Koch und M. Jüscke*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Für die Planung, Dimensionierung und Optimierung von ultraschallunterstützten Prozessen in Industrie und Medizin werden objektive Beschreibungsmethoden benötigt. Dazu wurden an der PTB vier verschiedene Modelle entwickelt, die Indikatoren verschiedener Eigenschaften und Wirkungen der Kavitation liefern: Schallfeldgrößen, ein Erosionsindikator mit Hilfe einer Aluminiumfolie, ein Sonochemieindikator und Sonolumineszenzlicht. Alle Indikatoren liefern quantitative Werte. Eine Interpretation ist wegen des stochastischen Charakters der Kavitation jedoch sehr schwierig.

Deshalb wurden statistische Analyseverfahren zur Untersuchung der Messdaten herangezogen. Mit Hilfe einer Faktoranalyse wurden Zusammenhänge zwischen den einzelnen Indikatoren und den Parametern, die wie z. B. die Temperatur von außen eingestellt werden, untersucht und es konnte eine Gruppierung erfolgen. Dabei zeigte sich, dass nicht alle Größen gemessen werden müssen, sondern z. B. Subharmonische und Ultraharmonische redundant sind.

Gleichzeitig kann eine Datenreduktion erreicht werden. Es zeigte sich, dass sich die bestimmten Indikatoren und die eingestellten Parameter in einem Koordinatensystem von drei Faktoren darstellen ließen. Diese Faktoren können durch wiederum drei einzelne Indikatoren oder Parameter beschrieben werden. Dabei ist bei der Auswahl der beschreibenden Größen zu beachten, dass sie im Faktorenraum möglichst orthogonal zu einander stehen. Mit Hilfe dieser drei Indikatoren bzw. Parameter kann ein Kavitationsprozess beschrieben und in bestimmten Grenzen können auch Kavitationswirkungen vorhergesagt werden.

Do. 10:10 2C

Ultraschall 2

'KaviMeter': Ein Messverfahren zur Bestimmung des KavitationsrauschensR. Sobotta und C. Jung*Elma GmbH & Co. KG*

Kavitationsbasierte Prozesse werden in vielen Bereichen genutzt. Beispielhaft für den Bedarf an validierfähigen Prozessschritten sei hier die ultraschallunterstützte industrielle Teilereinigung im Fertigungsprozess genannt.

Es wird ein Messverfahren vorgestellt, mit dem ultraschallinduzierte transiente Kavitation in Wasser und verdünnten wässrigen Lösungen wie sie zur Ultraschalltauchreinigung angewandt werden, quantifiziert werden

kann. Das Verfahren basiert auf der Messung des Rauschpegels in geeigneten Bereichen des Spektrums. Das von der kavitierenden Flüssigkeit erzeugte Geräusch wird mit einem kalibrierten Hydrophon gemessen, digitalisiert und spektral analysiert. Zwei geeignete das Geräusch auswertende Rechenverfahren zur Ermittlung des Rauschpegels werden vorgestellt und miteinander verglichen.

Außerdem wird auf Schwierigkeiten der Kalibrierung, die durch den Einfluss der Geometrie des Hydrophons bedingt sind, eingegangen.

Do. 14:00 2C

Ultraschall 2

Messung von akustisch induzierten Strömungen mit und ohne Kavitation

T. Nowak^a, A. Thiemann^a, F.L. Holsteyns^b, A. Lippert^b und R. Mettin^a

^aUniv. Göttingen, *Drittes Physikalisches Institut*; ^bLAM Research AG

Akustische Strömungen ("Quartzwind") sind seit vielen Jahren bekannt und untersucht. Sie werden verursacht durch Verluste im durchstrahlten Fluid und spielen u.a. eine Rolle bei der Bewegung von Blasen in Kavitationsblasenfeldern und bei der Ultraschallreinigung. Zum Untersuchen dieser Strömungen nutzen wir einen speziellen Fluoreszenzmikroskopaufbau, mit dem es möglich ist, sub-Mikrometer Tracer-Partikel und Blasenstrukturen gleichzeitig zu beobachten. Wir zeigen Aufnahmen von akustischen Strömungen mit und ohne Kavitation bis hin zu sehr hohen Ultraschallfrequenzen. Der Einfluss der auftretenden Kavitationsblasen auf die Strömung durch erhöhte Schallabsorption und -streuung sowie durch Blasentranslation ("quasi-akustische Strömung") steht dabei im Mittelpunkt des Interesses.

Do. 14:25 2C

Ultraschall 2

Messung hochintensiver therapeutischer Ultraschallfelder (HITU) mit breitbandigen Membranhydrophonen

V. Wilkens und S. Sonntag

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die Charakterisierung hochintensiver therapeutischer Ultraschallfelder, die z. B. in der Tumorablation bereits klinisch eingesetzt werden, stellt eine besondere messtechnische Herausforderung dar. Die extremen Schalldrücke und Intensitäten im Fokus der verwendeten Schallköpfe sind um einige Größenordnungen höher als beim diagnostischen Ultraschall oder der Physiotherapie, so dass die üblicherweise eingesetzten Sensoren zur Feldmessung leicht zerstört werden können. Weiterhin sind die Wellenformen aufgrund der nichtlinearen Schallausbreitung aufgesteilt und dadurch sehr breitbandig, woraus zusätzliche Anforderungen an das Messsystem resultieren. Im Vortrag wird die HITU-Schallfeldmessung mithilfe besonders breitbandiger Membranhydrophone dargestellt. Es konnten bislang Wellenformen bei einer Arbeitsfrequenz von ca. 1 MHz mit negativen und positiven Spitzenschalldrücken

von bis zu 10 MPa bzw. 27 MPa gemessen werden. Da die Hydrophone keinen Absorptionskörper besitzen, ist die potentielle Erhitzung des Sensors unkritisch. Die glatte Übertragungsfunktion ermöglicht eine unverfälschte Messung der Wellenform ohne Entfaltungsrechnungen. Die Messungen zeigen sowohl die prinzipiell vorteilhafte Einsetzbarkeit der Hydrophone als auch die bisherigen technischen Grenzen. Insbesondere sind die Messungen bezüglich der Amplitude limitiert durch die einsetzende Kavitation im Wasser, da in diesem Fall zum einen die Elektroden erodiert werden und zum anderen die Schallbündelprofile zeitlich instabil werden. Die Tonburstlänge kann und muss zur störungsfreien Schallfeldcharakterisierung im Vergleich zur klinischen Anwendung reduziert werden.

Do. 14:50 2C

Ultraschall 2

Luftultraschall-Abstandsmessung mit verkürztem Mindestabstand

A. Schröder und B. Henning

Universität Paderborn, EIM-E, Elektrische Messtechnik

Bei der Ultraschall-Abstandsmessung wird meist nur ein Schallwandler im Sende-Empfangsbetrieb eingesetzt. Hierbei kann das Empfangssignal (Echo) jedoch erst nach dem Ausschwingen des Schallwandlers detektiert werden. Daraus resultiert ein minimal messbarer Abstand, der von der Güte des Schallwandlers und der Länge des Sendesignals abhängt. Eine Möglichkeit diesen Mindestabstand zu verringern besteht darin, das elektrische Empfangssignal vom Sendesignal zu separieren. Dazu wird das elektrische Sendesignal am Schallwandler mittels eines mathematischen Modells bestimmt. Dies wird anschließend von der gemessenen Schallwandlerspannung subtrahiert um das elektrische Empfangssignal zu erhalten. Das Modell kann entweder bei einer Messung ohne Echo oder iterativ bei mehreren Messungen mit verschiedenen Echos erfolgen. In bisherigen Arbeiten wurde damit bei Schallwandlern mit geringer Bandbreite eine Sendesignaldämpfung von bis zu 56 dB erreicht. Für die Abstandsmessung ist jedoch eine hohe Bandbreite von Vorteil, weil dies die Genauigkeit der Laufzeitmessung erhöht. Zusätzlich könnten dann auch kodierte Sendesignale verwendet werden. Daher wird in diesem Beitrag die elektrische Interfaceschaltung des Schallwandlers erweitert, um die Bandbreite zu erhöhen. Für die Bestimmung der möglichen Sendesignaldämpfung und des minimal messbaren Abstandes dient ein Versuchsaufbau mit einem 40 kHz Schallwandler (Bandbreite 2,5 kHz). Simulationen der Interfaceschaltung zeigen eine Vergrößerung der Bandbreite auf ca. 10 kHz.

Do. 15:40 2C

Ultraschall 2

Ultraschallbasierte digitalholographische Objekterkennung - Messtechnische ValidierungT. Wenzel^a und A. Gerlach^b^aTU Berlin; ^bRobert Bosch GmbH, Forschung, Akustik

Inhalt der hier beschriebenen Untersuchung ist ein auf Holographie basierendes Objekterkennungssystem, das die räumliche Position und Lage von Objekten feststellen und sie unabhängig von Farbe, Form und Kontrast erkennen kann. Das System arbeitet mit langen Wellenlängen, um die Aufzeichnung von störenden Oberflächeninformationen zu vermeiden. Dabei wird statt Infrarot- oder Terahertz-Strahlung Ultraschall eingesetzt, um eine bessere Durchführbarkeit und eine kostengünstigere Verwendung zu ermöglichen. Das Verfahren wurde von Tobias Wenzel bereits früher im Rahmen von "Jugend forscht" theoretisch untersucht. Nunmehr wurde es auch experimentell verifiziert. Dazu wurden mehrere Rückstreuobjekte in einer reflexionsarmen Umgebung mit Ultraschall beschallt. Unterstützt durch eine elektrische Positioniereinrichtung wurden mit einem geeigneten Mikrofon an mehreren Tausend Positionen im Schallfeld sowie mit einem Referenzmikrofon an fester Position der Schalldruck als Funktion der Zeit aufgezeichnet. Auf der Grundlage dieser Schallmessdaten wird das Holographie-Verfahren auf die Nutzbarkeit als Objekterkennungssystem geprüft. Über die ersten Ergebnisse wird berichtet.

Do. 16:05 2C

Ultraschall 2

Vergleich zwischen der Schlierenmethode nach Töppler und der Hintergrundschlierenmethode zur Bestimmung akustischer Größen eines Ultraschallwandlers

S. Olfert und B. Henning

Universität Paderborn, EIM-E, Elektrische Messtechnik

Bei der computergestützten Entwicklung und Optimierung von Ultraschallwandlern oder bei der Analyse der Schallausbreitung in komplexen Systemen ist es notwendig, die Simulationsergebnisse durch Messungen zu verifizieren. In der Regel wird das Schallfeld in Gasen mit einem Mikrofon oder in Flüssigkeiten mit einem Hydrophon punktuell an der jeweiligen Sensorposition ermittelt und ausgewertet. In diesem Beitrag werden zwei Verfahren vorgestellt, die eine schnelle und nichtinvasive Messung ausgewählter akustischer Schallfeldgrößen ermöglichen. Sowohl das klassische Schlierenverfahren nach Töppler als auch das Hintergrundschlierenverfahren (engl. Background Oriented Schlieren Method) wurden für die Charakterisierung von akustischen Wellen modifiziert und weiterentwickelt. Beide Verfahren basieren auf der

Ablenkung des Lichts durch die Brechungsindexänderung, die seinerseits vom Schallwechseldruck verursacht wird. Der grundlegende Unterschied liegt in der weiteren Verarbeitung des Lichts. Bei der Schlierenmethode wird eine Ortsfilterung durchgeführt, um die mittlere Helligkeit herauszufiltern und damit nur das Schallfeld abzubilden. Beim Hintergrundschlierenverfahren wird die Veränderung des Hintergrunds durch die Korrelation mit einem Referenzbild ausgewertet. Im ersten Teil werden die beiden Messverfahren sowie die realisierten Messaufbauten kurz vorgestellt und Einsatzmöglichkeiten, insbesondere im Hinblick auf die Schallfeldcharakterisierung, aufgezeigt. Im zweiten Teil des Beitrags werden die beiden Verfahren verglichen und die Vor- und Nachteile bezüglich ausgewählter Messaufgaben bewertet.

Do. 16:30 2C

Ultraschall 2

Nicht-invasives Verfahren zur Messung von Schallgeschwindigkeiten und Schallgeschwindigkeitsprofilen mit Ultraschall

E. Kühnicke, M. Lenz, M. Bock und J. Sorber

TU Dresden, Institut für Festkörperelektronik

Verfahren zur nichtinvasiven Bestimmung der orts aufgelöste Schallgeschwindigkeit sind für die Prozessüberwachung, die Umweltmesstechnik und die Medizin von großem Interesse. Die orts aufgelöste Schallgeschwindigkeit liefert Prozess- und Zustandsparameter, wie z.B. Temperatur, Konzentration und Dichte.

Im Vortrag wird ein neuartiges nichtinvasives Verfahren vorgestellt, das zur Schallgeschwindigkeitsmessung weder eine Justage, noch das Vorhandensein eines Referenzreflektors erfordert. Es genügt, einen stark fokussierender Ultraschallwandler in die Flüssigkeit einzutauchen und anschließend die Echosignale auszuwerten. Vorausgesetzt wird, dass die Flüssigkeit Streuteilchen (Gasblasen, Partikel) enthält, die einen Teil des ausgesendeten Schalls zum Wandler zurückstreuen. Aus dem Maximum der Echosignalamplitude der Streusignale ergibt sich die Schalllaufzeit bis zum Fokus. Dieser Messwert reicht zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in einer unbekanntem Flüssigkeit aus, wenn zuvor durch eine Kalibriermessung in einer Flüssigkeit mit bekannter Schallgeschwindigkeit die Schalllaufzeit bis zum Fokus und damit die Fokusslage ermittelt wurde.

Für das Verfahren wurden Kalibriermessungen in Wasser mit Temperaturen zwischen $T=6^{\circ}\text{C}$ und 60°C ($c=1431\dots 1551\text{m/s}$) durchgeführt. Es ergab sich eine statistische Abweichung der Messdaten von der Kalibriergeraden von $\sigma(c)=1,41\text{m/s}$. Die zugehörige relative Ungenauigkeit $\sigma(c)/c$ beträgt dementsprechend ungefähr 0,1%.

Durch eine schrittweise Verschiebung des Fokuspunktes bei Verwendung eines Arrays ist es möglich, nichtinvasiv und ohne Verwendung von Vergleichsreflektoren Schallgeschwindigkeitsprofile in einem Medium zu messen. Hierzu werden erste Untersuchungen vorgestellt.

Sitzung „Virtuelle Akustik 3“

Do. 8:55 U1.46

Virtuelle Akustik 3

Binaurale Modellierung der Wahrnehmung mit Wellenfeldsynthese generierter Schallfelder

H. Wierstorf, S. Spors und A. Raake

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Wellenfeldsynthese ist ein vielkanaliges, lautsprecherbasiertes Wiedergabeverfahren zur Synthese von beliebigen Schallfeldern in einem großen Zuhörerbereich. Durch die Beschränkung der verwendeten Lautsprecheranzahl kommt es in der Praxis zu Beugungserscheinungen im synthetisiertem Schallfeld. Zum einen führt der endliche Abstand zwischen den einzelnen Lautsprechern zu einer räumlichen Unterabtastung, was sich im zeitlichen Signal durch das Vorhandensein von hochfrequenten Wiederholungen des Signals äußert. Zum anderen erzeugt die endliche Länge bei einem linearen Lautsprecherarray zusätzliche virtuelle Punktquellen an den Rändern des Arrays, die mit dem gewünschten Schallfeld interferieren und zu einer Verfälschung binauraler Merkmale des Schallfelds führen können. Diese Abweichungen im synthetisierten Schallfeld führen zu unterschiedlich starken wahrnehmbaren Artefakten. Dabei ist ihre Stärke zusätzlich von der Art des synthetisierten Schallfelds abhängig, zum Beispiel ob es sich um das Schallfeld einer ebenen Welle oder einer fokussierten Quelle handelt. Zur Beurteilung der wahrgenommenen Artefakte wurden Versuchspersonen in einem Experiment verschiedene Attribute vorgegeben, mit denen sie die synthetisierten Schallfelder bewerten sollten. Ein binaurales Modell nach Lindemann (1986a) wurde benutzt um die wahrgenommenen räumlichen Attribute instrumentell zu bestimmen und Schlüsse über die von den Versuchspersonen verwendeten Verarbeitungsmechanismen des Gehörs zu ziehen.

Do. 9:20 U1.46

Virtuelle Akustik 3

Richtungsunterschiedsschwellen (Minimum Audible Angles) für ein zirkulares Wellenfeldsynthesesystem in reflexionsbehafteter Umgebung

F. Völk und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Als Richtungsunterschiedsschwelle (Minimum Audible Angle) bezeichnet man den Winkel zwischen zwei benachbarten Schallquellen, deren Positionen bei sequentieller Wiedergabe auditiv eben als unterschiedlich wahrgenommen werden können. Richtungsunterschiedsschwellen bei klassischer Lautsprecherwiedergabe unter definierten, sehr speziellen Bedingungen (in reflexionsarmer Umgebung) sind wohl bekannt. Bei Verwendung von Wellenfeldsynthese zur Schallwiedergabe, insbesondere in reflexionsbehafteter Umgebung, stellt sich jedoch erneut die Frage nach den Richtungsunterschiedsschwellen, da in diesem Fall eine deutlich veränderte Situation vorliegt: In typischen Konfigurationen

wird Wellenfeldsynthese verwendet, um ebene oder Kugelwellen (also Schallfelder in reflexionsarmer Umgebung), die sogenannten Primärquellen, zu synthetisieren. Wird ein Wellenfeldsynthesesystem allerdings in reflexionsbehafteter Umgebung betrieben, überlagern sich dem synthetischen Schallfeld die Reflexionen des Wiedergaberaums. Der Einfluss dieser Reflexionen auf die Eigenschaften der resultierenden Hörereignisse ist weitgehend unklar. In diesem Beitrag werden deshalb Richtungsunterschiedsschwellen für ein zirkulares Wellenfeldsynthesesystem vorgestellt, die in reflexionsbehafteter Umgebung bei vollständiger Dunkelheit mit einem two-alternative forced choice Verfahren gemessen wurden. Diskutiert werden insbesondere Einflüsse des Wiedergaberaums, der Stimuli und der Primärquellenart auf die Richtungsunterschiedsschwellen.

Do. 9:45 U1.46

Virtuelle Akustik 3

Assessment of spatial audio signals using a higher order Ambisonics representation

J.-M. Batke und F. Keiler

technicolor

Spatial audio signals represent information on sound-fields in two or three dimensions. For music, stereo or surround sound are examples of well known formats, they can recreate the impression of a two-dimensional sound-field. For three-dimensional sound-fields (e.g. with height) different extensions of the surround sound format exist, but none of them are well established at the moment. The more recently developed Auro3D setup appears to be one of the most promising approaches. It is adding four loudspeakers above an existing surround setup.

All of the aforementioned formats carry signals that are directly related to the loudspeakers. A more abstract approach of describing three-dimensional sound-fields is given by the Ambisonics approach. Here an approximation of the desired sound-field is described by a number of coefficients that need to be decoded to the desired loudspeaker setup. The accuracy of Ambisonics is bounded by the chosen order. In general, the order determines the spatial resolution of the obtained sound-field description.

In this contribution the effect of Ambisonics encoding and decoding of Auro3D content is evaluated. In particular, the impact of the order of the intermediate Ambisonics representation is assessed with regard to localisation errors and colouration effects in an informal listening test.

Do. 10:10 U1.46

Virtuelle Akustik 3

Preserving sound source radiation-characteristics in network-based musical performancesM. Noisternig^a, F. Zotter^b, R. Desmonet^a und W. Ritsch^b^aIRCAM-CNRS, Paris; ^bInstitut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

When reproducing only the temporal and spectral characteristics of a sound source, but not its spatially varying radiation patterns, the perception of timbre at the listener's position can be both inaccurate and unrealistic. This is especially true in reverberant environments such as concert halls. Preserving the radiation characteristics of a sound source has therefore become a challenging task in virtual audio environments. This article discusses technologies applied to a networked audio live concert in which the sound radiation-characteristics of a solo instrument have been transmitted over the Internet in order to enhance the listening experience. The sound field was captured with a surrounding 64-channel spherical microphone array at IEM in Graz, decomposed into spherical harmonics and streamed with lowest possible latency over the Internet to IRCAM in Paris. At IRCAM the solo instrument was reproduced with a linear 128-loudspeaker wave field synthesis (WFS) array. The mapping of radiation patterns encoded in spherical harmonic domain to circular harmonic domain is outlined with respect to WFS rendering.

Sitzung „Strömungsakustik“

Do. 14:00 U1.46

Strömungsakustik

Simulation der Schallerzeugung an einem Klimaanlageauslassgitter

C. Appel und M. Rütten

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

Ein wichtiger Baustein zur Steigerung des akustischen Passagierkomforts in Luftfahrzeugkabinen ist die Fähigkeit zur Auslegung lärmarmen und effizienter Klimaanlage. Die Lärmquellen in Kabinenklimaanlagen sind vielfältig. So wird beispielsweise die Luftzufuhr über ein komplexes System aus Krümmern, Querschnittsverengungen und Aufweitungen über die Kabine verteilt. Letztlich erreicht die klimatisierte Luft über den Kabinenluftauslass (KLA) den Passagier. Der KLA verlangsamt dabei den Luftstrom und verteilt ihn sehr gleichmäßig durch ein Lochgitter über die gesamte Breite des Auslasses.

In vorangegangenen Arbeiten wurde die Schallerzeugung an unterschiedlichen Klimaanlagekomponenten wie Rohren und Blenden bereits simuliert und mit experimentellen Daten validiert. In Fortführung dieser Untersuchungen konnte mit dem DLR Code PIANO erstmals für eine generische aber dennoch sehr komplexe KLA Geometrie die Schallerzeugung modelliert werden. Eingesetzt wird hierfür das dreidimensionale stochastische Quellmodell FRPM (Fast Random Particle Mesh

Method). Die Modellierung basiert auf RANS Rechnungen, welche mit dem inkompressiblen Strömungslöser THETA des DLR erzeugt wurden. Die Schallberechnung wird jeweils separat für einzelne Auslassgittersegmente durchgeführt. Das Paper enthält einen Vergleich der erzielten Simulationsergebnisse mit akustischen Validierungsmessdaten.

Do. 14:25 U1.46

Strömungsakustik

Experimentelle Untersuchungen zur Schallabstrahlung komplexer Filtergeometrien

F.T. Schulz, J. Giesler und E. Sarradj

BTU Cottbus

Zur Belüftung von Personenwagen bzw. zur Kühlung elektrischer Anlagen in Schienenfahrzeugen wird Außenluft angesaugt. Um diese von aufgewirbelten Staub- und Sandpartikeln sowie von Wassertropfen zu reinigen werden Filter in den Ansaugbereich eingebaut. Herkömmliche Filtermatten sind wartungsintensiv und nur bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten wirksam, weshalb die dort verwendeten Filter auf dem Prinzip der Fliehkraftabscheidung basieren.

Für eine dauerhafte Ansaugung darf der durch die Strömung erzeugte Schall möglichst nicht höher sein als andere Lärmpegel der Schienenfahrzeuge. Bei steigendem Bedarf an Kühlluft und verbesserter Dämmung der Motoren ist die Entwicklung neuer Filtergeometrien notwendig. Dabei wird neben dem Druckverlust und der Abscheiderate auch die Schallemission berücksichtigt.

Im Rahmen eines Projektes an der TU Cottbus werden diese Parameter untersucht. Mehrere Filterproben wurden in den Ansaugbereich des akustischen Windkanals eingebaut. Im Nachlauf der Filter wurde mit einer Prandtlsonde der Druckverlust gegenüber dem Umgebungsdruck gemessen. Die Schallleistungen wurden nach dem Hallraumverfahren ermittelt. Die Ergebnisse werden gegenübergestellt und mit empirischen Formeln verglichen.

Do. 14:50 U1.46

Strömungsakustik

Experimentelle Untersuchung aeroakustischer Effekte am Beispiel einer Zylinder/Platte-Konfiguration

M. Winkler^a, K. Becker^a und F. Kameier^b

^aFachhochschule Köln; ^bFH Düsseldorf, Fachgebiet Strömungstechnik und Akustik

Im Allgemeinen erzeugen Körper in Strömungen Schalldruckschwankungen. In besonderem Maße kommt es zu einer Verstärkung dieser Schalldruckschwankungen, wenn die Anströmung des Körpers turbulent ist. Dieser Zusammenhang wird am Beispiel einer ebenen Platte im Nachlauf eines Kreiszyklinders bei kleinen Mach-Zahlen untersucht. Diese einfache Konfiguration wurde ausgewählt, um das Verständnis für die physikalischen Vorgänge zu verbessern und Daten zur Validierung von

numerischen Berechnungen zu liefern. Hierbei kommen zur messtechnischen Erfassung von Zustandsgrößen der Strömung sowie der Akustik unter anderem Particle Image Velocimetry, Constant Temperature Anemometry sowie Oberflächen- und Fernfeldmikrofone zum Einsatz. Besonderes Interesse gilt der Abhängigkeit der akustischen Verstärkung von Geometrieparametern wie Plattenstärke, Zylinderdurchmesser und relative Positionierung der Körper zueinander.

Do. 15:40 U1.46

Strömungsakustik

Vorderkantenschall - Modelle und Versuch

J. Giesler und E. Sarradj

BTU Cottbus

Der dominierende Teil des an turbulent angeströmten Tragflügel- oder Schaufelprofilen generierten Schalls entsteht durch Interaktion der Zuströmerturbulenz mit der Profilvorderkante und wird daher als Vorderkantenschall bezeichnet. Es ist bekannt, dass die Intensitäten und die integralen Längenskalen der Zuströmerturbulenz sowie die Profilgeometrie die Schallentstehung an der Profilvorderkante beeinflussen und es existieren einige Modelle, die für eine homogene Zuströmerturbulenz eine Abschätzung des Vorderkantenschalls gestatten. In vielen technischen Konfigurationen, wie zum Beispiel in Turbomaschinen oder an Windrädern, ist die Zuströmung aber inhomogen und hochturbulent und es kann hier nicht generell von einer Eignung der Modelle ausgegangen werden. Ähnlich inhomogene und hochturbulente Zuströmbedingungen lassen sich im Windkanalexperiment durch Vorsatz eines Zylinders stromauf des Profils erzeugen (Zylinder-Profil-Konfiguration).

Die Schallentstehung durch inhomogene und hochturbulente Zuströmung an der Vorderkante des Profils wird an der BTU Cottbus an einer variierten Zylinder-Profil-Konfiguration im aeoakustischen Windkanal untersucht. Die Aufzeichnung und Trennung des Vorderkantenschalls wurde mit einem Mikrofonarray durchgeführt. Die Intensität und die integralen Längenskalen der Turbulenz wurden durch Hitzdrahtmessungen ermittelt.

Im Beitrag wird der Versuchsaufbau präsentiert und Ergebnisse von Modellrechnungen werden Messdaten gegenübergestellt. Die Tauglichkeit der Modelle für vergleichsweise inhomogene und stark turbulente Zuströmbedingungen wird diskutiert.

Do. 16:05 U1.46

Strömungsakustik

Integrierte aerodynamische und akustische Auslegung eines Propellers für Ultraleichtflugzeuge

E. Sarraj und C. Fritzsche

BTU Cottbus

Bei der Neuentwicklung eines für den Einsatz an Ultraleichtflugzeugen vorgesehenen 3-Blatt-Verstellpropellers mit Blättern aus CFK-Verbundwerkstoff war das Ziel, neben Gewichtseinsparungen und verbesserten Wartungs- und Montageeigenschaften auch eine Lärmminimierung sowie eine Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften (Vortriebswirkungsgrad) zu erreichen. Im Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das eine integrierte aerodynamische und akustische Auslegung des Propellers unter Berücksichtigung von für die Fertigung relevanten Randbedingungen ermöglicht. Das Verfahren beruht auf der rechnerischen Optimierung der Form des Propellerblatts. Als Parameter dienen dazu die normierte Querschnittsform und die Belastung des Blatts, jeweils als Funktion des Propellerradius. Bei vorgegebenen Motordrehzahlen und -leistungen werden als Zielparameter der Schub im Reiseflug und beim Start sowie der Überflug-Schalldruckpegel im Steigflug berechnet. Die eingesetzten Verfahren sind eine 2D-Randelementemethode zur Berechnung aerodynamischer Polaren, eine Optimal-Blattelemente-Methode zur Berechnung des Schubs und eine akustische 3D-Randelementemethode zur Berechnung der Schallabstrahlung, in der die Formulierung 1A nach Farrasat der Ffowcs-Williams-Hawkings-Gleichung umgesetzt ist. Das Verfahren ist sehr leistungsfähig, so dass im Verlauf des Auslegungsprozesses mehr als 600000 Varianten eines Propellers berechnet werden konnten.

Do. 16:30 U1.46

Strömungsakustik

Numerische Simulation von turbulenzbedingtem Schall mit OpenFOAM

Q. Wang, P. Pelz und B. Matyschok

TU Darmstadt, Fluidsystemtechnik

Die Analyse von Schallentstehung und die Vorhersage der Schallemissionen gewinnen im industriellen Bereich zunehmend an Bedeutung. In der Vergangenheit wurde eine Vielzahl von unterschiedlichen Verfahren zur Schallvorhersage entwickelt. Zielsetzung der Forschungsaufgabe ist die Anwendung der Stochastic Noise Generation and Radiation (SNGR) Methode zur schnellen Vorhersage von turbulenzbedingtem Schall mit Hilfe des Open Source Code OpenFOAM. Als repräsentatives Beispiel wurde in dieser Arbeit ein ebener Freistrahler mit SNGR Methode untersucht.

Der Grundgedanke des SNGR-Modells ist die Rekonstruktion der turbulenten Strömungsschwankungen. Diese sind kompatibel mit den Ergebnissen der turbulenten kinetischen Energie und der Turbulenzdissipation

aus den Ergebnissen der CFD Simulation, die mit Hilfe der Reynolds gemittelten Navier-Stokes (RANS) Gleichung erzielt werden kann. Diese Vorgehensweise führt zur Verringerung des Rechenaufwandes im Vergleich zu Large Eddy Simulation (LES).

Auf der Grundlage der Informationen aus dem turbulenten Feld wird mittels der Superposition von Fourier-Moden ein zeit- und raumabhängiges stochastisches Geschwindigkeitsfeld erzeugt. Jede Fourier-Mode besitzt eine Geschwindigkeitsamplitude, einen Wellenzahlvektor, einen Phasenwinkel und einen Einheitsvektor. Diese künstlich erzeugte turbulente Geschwindigkeit wird dann als Schallquelle der linearisierte Euler-Gleichung (LEE) verwendet. Anschließend wird diese Gleichung in OpenFOAM gelöst und die Ergebnisse als breitbandiges Geräusch dargestellt.

Sitzung „Akustische Messtechnik“

Do. 8:55 U1.44

Akustische Messtechnik

Freifeldkorrekturwerte nach IEC/CDV 62585 für die Bauartzulassung von Schallpegelmessern

C. Kling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die kommende Version der Normenserie für Schallpegelmessern IEC/CDV 61672 wird einige Änderungen mit sich bringen. Unter anderem wird die kommende Norm IEC/CDV 62585 referenziert, um diverse Freifeldkorrekturwerte zu bestimmen. Sie erläutert verschiedene Verfahren, die sowohl von den Herstellern als auch von den Prüflaboratorien, die die Bauartzulassung nach Teil 2 von IEC/CDV 61672 durchführen, anzuwenden sind. Ziel ist es vor allem, den Prüflaboratorien für die periodischen Tests nach Teil 3 von IEC/CDV 61672 einen verlässlichen Satz von Korrekturwerten in die Hand zu geben, damit aufwendige Messungen in einer Freifeldkammer künftig überflüssig werden.

Der Vortrag befasst sich mit den Normen IEC/CDV 61672 und IEC/CDV 62585 und der Umsetzung an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) im Rahmen der Prüfungen zur Bauartzulassung.

Do. 9:20 U1.44

Akustische Messtechnik

Bewertung der Unsicherheit von Terzband-Analysen bei akustischen Messungen

P. Piprek^a und C. Budde^b

^aGTA Gesell. f. Tech. Akustik mbH; ^bHamburg

Mit dem "Leitfaden zur Angabe von Messunsicherheiten" (ENV-13005, kurz: "GUM Leitfaden") ist dem Akustikingenieur ein praktisches Werkzeug zur Bestimmung der Messunsicherheit an die Hand gegeben worden. Diese vorläufige Norm ist allerdings in die Kritik geraten, da unbekannte systematische Fehler nicht explizit von stochastischen Fehlern

unterschieden werden. Bei der Anwendung dieser Norm in der Akustik wird das besonders deutlich, wenn die Unsicherheit der Terzband-Analyse ermitteln werden soll. Da die genaue Topologie der Filter bzw. deren Implementation unbekannt ist, muss hier mit einem unbekanntem systematischer Fehler gerechnet werden. Zudem ist dieser Fehler noch mit dem zu untersuchenden Signal korreliert. Dieser Vortrag soll anhand von praktischen Beispielen die Problematik bei der praktischen Anwendung des GUM Leitfadens verdeutlichen. Dabei soll auch aufgezeigt werden, wie man mit geeigneter Wahl der Analyseeinstellung (bei FFT bzw. Filter) den unbekanntem systematischen Fehler und somit die Unsicherheit minimieren kann.

Do. 9:45 U1.44

Akustische Messtechnik

Entwurf und Aufbau eines konzentrischen Mehrwegedodekaeders

J. Meuleman, B. Bernschütz und C. Pörschmann

Fachhochschule Köln - Institut für Nachrichtentechnik

Im Rahmen von Forschungsarbeiten zur Wellenfeldanalyse und der Erfassung richtungsabhängiger akustischer Raumeigenschaften wurde eine Punktschallquelle für die Anregung eines breitbandigen Frequenzspektrums konstruiert. Dabei handelt es sich um einen Dodekaeder, der aus zwei konzentrischen Schalen besteht. Die innere Schale entspricht einem klassischen Dodekaeder mit 12 Mitteltonchassis, die äußere Schale ist mit 152 Hochtonkalotten bestückt. Diese Mittel-/Hochtoneinheit wird im tieffrequenten Bereich durch einen Subwoofer ergänzt. So ergeben sich drei aktiv getrennte Wege. Das Gesamtsystem kann einen hohen Schalldruckpegel erzeugen und ermöglicht es, bei kurzer Messzeit große Signal-Rauschabstände zu erzielen. Die Systemverzerrung erfolgt in einem DSP. Der Dodekaeder wurde in erster Linie für Anwendungen in der Wellenfeldanalyse konstruiert, erfüllt aber gleichzeitig die Anforderungen nach ISO3382 und kann somit auch optimal für die konventionelle raumakustische Messtechnik eingesetzt werden.

Do. 10:10 U1.44

Akustische Messtechnik

Unsicherheiten bei Richtcharakteristikmessungen

D. Pazen, I. Witew und M. Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die ISO 3382 schreibt die Vorgehensweise bei raumakustischen Messungen vor und legt Anforderungen an die verwendeten Schallquellen fest. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Richtcharakteristik, wobei unklar ist, mit welcher Unsicherheit diese bestimmt werden kann. Zu deren Ermittlung zeigt dieser Beitrag eine Möglichkeit, den GUM auf Richtcharakteristikmessungen anzuwenden. Es werden zunächst die Unsicherheitskomponenten der gemessenen Lautsprecherempfindlichkeiten in den einzelnen Messpositionen separat untersucht. Der Einfluss der Messkette wird empirisch bestimmt. Die andere Unsicherheitskomponente wird mit einer Modellfunktion ermittelt, welche die Eigenschaften

der Messapparatur auf deren Einfluss auf die Unsicherheit der Messgrößen abbildet. Die Messgrößen werden anschließend zu Einzahlkennwerten zusammengefasst. Deren Unsicherheit wird über eine Analyse der Fehlerfortpflanzung in den einzelnen Schritten der Berechnung ermittelt. Es zeigt sich, dass die Unsicherheit von der Anzahl der Messgrößen abhängt, welche zur Auswertung herangezogen werden. Mit der vorgestellten Methode ist es möglich, mit einem verhältnismäßig geringen zusätzlichen Aufwand, die Unsicherheiten der Einzahlkennwerte anzugeben.

Do. 14:00 U1.44

Akustische Messtechnik

Theory and application of a new method for the in-situ measurement of sound absorption

E. Kuipers, Y. Wijnant und A. de Boer

University of Twente, Chair of Structural Dynamics and Acoustics

In many applications of noise control engineering, knowledge about the sound-absorbing properties of acoustically reacting surfaces is essential. Being able to measure sound absorption of surfaces in-situ, i.e. at the site but also for the actual sound source, is very useful and would eliminate the need for laboratory measurements.

This now seems possible using a new quantity called the total intensity which can be determined if we know the sound pressure and particle velocity in a certain direction. For plane waves, it can be proven that this quantity is the sum of the incident- and reflected sound intensity in that direction. As the active intensity is also known, the incident- and reflected intensity can be calculated.

Thus, one obtains the spatially averaged sound absorption coefficient of a surface (in direction n) by measuring the sound pressure and the particle velocity (in direction n) near that surface and by determining the active- and the incident intensity in a spatially averaged sense.

In the paper the theory behind the method will be described, preliminary experimental results and some simulation results will be shown. The paper will conclude with an outlook of future research.

Do. 14:25 U1.44

Akustische Messtechnik

Optimization of a small-sized reverberation room

U. Heise^a, C. Thomas^a und P. Piprek^b

^aAirbus Operations GmbH; ^bGTA Gesell. f. Tech. Akustik mbH

Introduction: A small-sized reverberation room for absorption measurements has been installed at Airbus site Hamburg. First acoustic measurements showed the need for optimization of decay time. Different improvements were made. One important point was the door sealing. By optimizing the type and location of the sealing, the decay time increases in the high frequency range. Further investigation of the diffusers was also conducted. By dampening the diffusers, the decay time increased in the mid frequency range. This has major impact on the calculation

of the absorption coefficient. In non-optimized small-sized reverberation rooms it is usual, to get absorption coefficients above 1. It is commonly understood that this effect is caused by the so-called edge effect. The investigations for optimization of the reverberation room showed that the edge effect is not the only source for this acoustical behavior. Due to these analyses, it seems that measurements in this kind of facility show in general an overvalued absorption coefficient.

Do. 14:50 U1.44

Akustische Messtechnik

Akustische Moden in nicht-rechteckförmigen Räumen

I. Bork

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die Schallübertragung in kleinen Räumen wird bei tiefen Frequenzen wesentlich von den Eigenschwingungsformen (Moden) bestimmt. Während für rechteckförmige Räume (Quader) Eigenfrequenzen und die zugehörigen Schalldruckverteilungen leicht berechenbar sind, sind für beliebige Raumformen aufwändigere Rechenverfahren erforderlich. Es werden neben FEM-Berechnungen Messergebnisse vorgestellt, die mit Hilfe modalanalytischer Verfahren gewonnen wurden. Aus der Kenntnis der modalen Struktur eines Raumes können Maßnahmen für gezielte raumakustische Verbesserungen abgeleitet werden. Nicht nur für die Bedämpfung von Resonanzüberhöhungen an Stellen der lokalen Schalldruckmaxima sondern auch zur Optimierung von Lautsprecher- und Abhörpositionen insbesondere für Subwoofer ergeben sich aus der Kenntnis der räumlichen Schwingungsformen realisierbare Lösungsmöglichkeiten.

Do. 15:40 U1.44

Akustische Messtechnik

Entwicklung einer Software zur zeitoptimierten, akustischen Fehlerdetektion für vielkanalige Lautsprechersysteme

C. Dietz und S. Weinzierl

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Vielkanalige Lautsprechersysteme, wie sie etwa bei der Wellenfeldsynthese zum Einsatz kommen, erfordern eine automatisierte Überprüfung des Funktionszustandes der einzelnen Kanäle. Neben der zuverlässigen Identifikation potentieller Defekte, ist bei Anlagen mit mehreren hundert Lautsprecherkanälen auch die benötigte Messdauer von Bedeutung. Es wurde ein softwarebasiertes akustisches Messsystem entwickelt, das es erlaubt, quasi-parallele Messungen mit überlappenden sinusförmigen Sweeps als Anregesignale durchzuführen. Dabei wurde untersucht inwieweit sich mit dieser Methode die Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Messdauer gegenüber sequentieller Messungen erhöhen lässt. Zudem wird ein Algorithmus vorgeschlagen, der durch die Interpretation von Frequenzgangs- und Amplitudenunterschieden ausgefallene Lautsprechertreiber und Pegelabweichungen detektiert, und dessen Zuverlässigkeit mittels systematischer Simulation fehlerhafter Betriebszustände eruiert.

Do. 16:05 U1.44

Akustische Messtechnik

Array based aerodynamic noise source identificationB. Ginn*Brüel & Kjær*

Areas where aerodynamic noise has high attention are passenger car driving comfort at cruising speeds, and wind turbine community comfort. The paper describes the applications of array systems in the process of minimising this noise exposure. For car interior aerodynamic noise, measurements are performed on full sized vehicles in wind tunnels at different stages during the development. Exterior noise can be measured at a very early stage, starting with a solid, clay model. Both interior and exterior array systems and measurements will be presented, and an attempt will be outlined to find the correlation between the exterior and interior noise changes resulting from design modifications. For the investigation of wind turbine noise, measurements are made in the field on full scale turbines, but also on scale models in wind tunnels. The paper describes a set of array systems to perform these measurements together with some typical results. Finally, an overview is given of array designs and processing algorithms typically applied for Beamforming and Near-field Acoustical Holography measurements.

Do. 16:30 U1.44

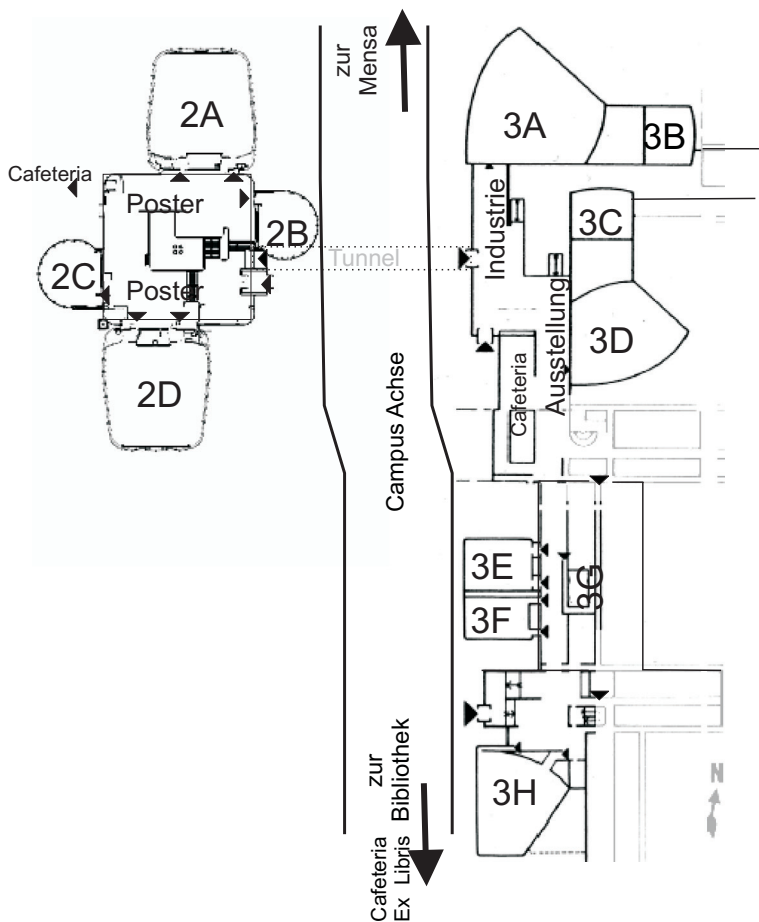
Akustische Messtechnik

Impulse noise localisation from a UAVH.E. de Bree und J. Wind*Microflown Technologies B.V.*

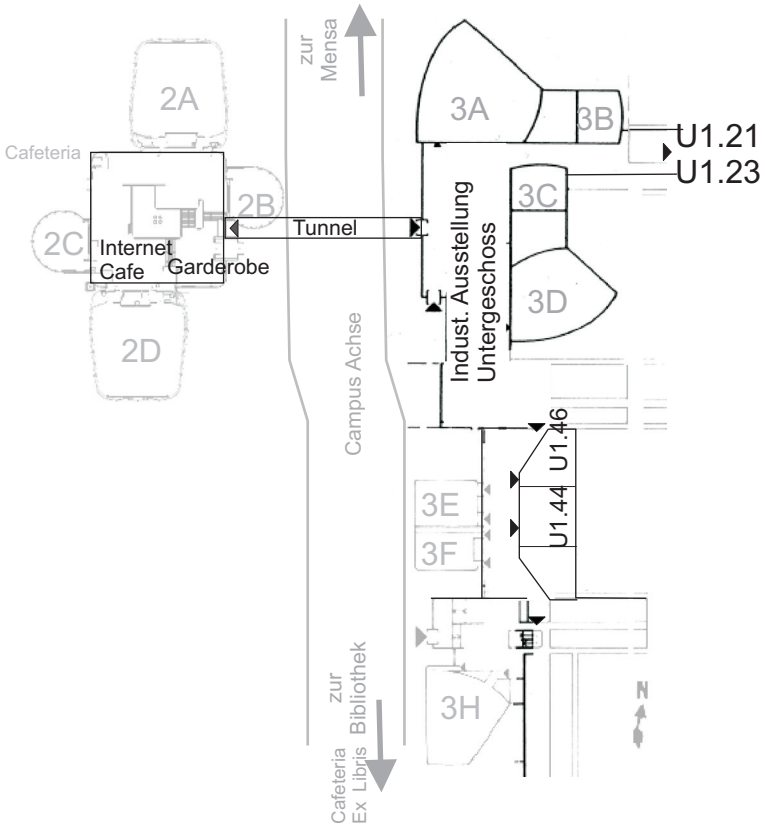
Acoustic impulse detection and localization from an unmanned aerial vehicle (UAV) is interesting for air surveillance. Acoustic vector sensors (AVS) are small, lightweight and operate in the entire acoustic bandwidth. This makes the sensor suitable to localize impulse noise from UAV's. To be able to assess the localization accuracy the placement of the sensor on the UAV body is studied. The results of an algorithm to cancel platform noise is presented and an AVS packaging to cancel windnoise and platform vibrations is shown in this paper.

Der Tagungsort

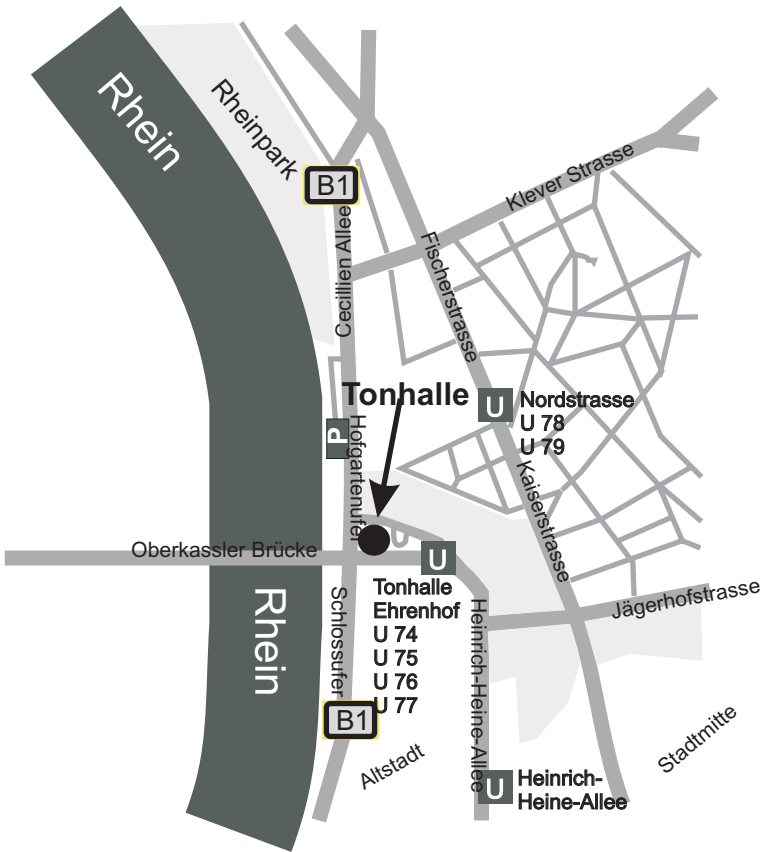
Lageplan der Hörsäle - Erdgeschoss



Lageplan der Hörsäle - 1. Untergeschoss



Wegbeschreibung zur Tonhalle



Anfahrt mit Bus und Bahn:

U-Bahnen: U74, U75, U76 oder U77

Haltestelle: Tonhalle / Ehrenhof

Anfahrt mit dem PKW:

Parkplatz „Unteres Werft“ (Tonhallenufer, am Hofgartenufer)

Gäste der Tonhalle zahlen Mo - Sa in der Zeit von 18:00 bis 6:00 eine Pauschale von 3 €. Liegt das Parkentgelt unter der Pauschale, gilt der Preis von 60 ct. pro angefangene 30 min. Die Tickets für die Parkpauschale von 3 € sind nur an den Kassenautomaten in der Tonhalle (im Foyer, im „Grünen Gewölbe“ sowie bei den Garderobieren) erhältlich.

Bitte beachten Sie, dass die Parktickets aus technischen Gründen erst eine Viertelstunde nach der Einfahrt auf den Rheinufer-Parkplatz an den Ticketautomaten bezahlt werden können!

Verzeichnis der Autoren

Abel, M.	209, 212	Becker-Schweitzer, J.	237
Abshagen, J.	217, 218	Behler, G.K.	51, 56
Acloque, V.	91	Behrens, T.	142
Ahnert, W.	142	Bein, T.	290
Ahrens, J.	224, 226	Belleville, V.	254
Al-Kharabsheh, D.	185	Bendel, K.	102
Alber, T.	307	Berger, J.	146
Algermissen, S.	294	Bernschütz, B.	122, 322, 229
Altinsoy, M.E.	152, 170, 96	Best, V.	273
Altmann, L.	226	Betgen, B.	284
Alzugaray, R.A.	308	Bethke, C.	260
am Zehnhoff-Dinnesen, A. ...	131	Biermann, J.	187
Andrä, H.	198	Biermeier, T.	60
Anemüller, J.	87, 111, 279	Bietz, H.	71
Angster, J.	208, 208, 209	Bihr, J.	202
Appel, C.	317	Bischoff, S.	220
Appell, J.-E.	281, 282	Bitzer, J.	182, 281, 282
Aretz, M.	56, 285	Blanchet, D.	192, 192, 194
Arnold, J.	70	Blau, M. .	183, 238, 239, 276, 300
Arzul, C.	194	Blauert, J.	167, 223
Atzrod, H.	292	Blum, J.	98
Auerbach, M.	195	Blumrich, R.	47
Auge, J.	116	Bock, M.	314
AuBerlechner, H.	209	Bockstedte, A.	195
Bachner, B.K.	270	Böckelmann, I.	221
Bader, R.	211	Böhmler, E.	180
Balazs, P.	135, 178	Bös, J. ..	102, 171, 197, 290, 291, 295, 103
Baltes, R.	204	Bösing, M.	99
Bamberger, A.	207	Bohnert, K.	194
Bartek, M.	113	Bonhoff, H.	305, 305, 306
Bartel, H.-H.	163	Boonen, R.	301
Bartolomaeus, W.	76, 284	Borges Leao, E.	249, 264
Bartsch, H.-W.	165	Bork, I.	300, 324
Bartusch, J.	117	Borß, C.	223, 223
Bassetti, A.	82	Botteldooren, D.	93
Batke, J.-M.	316	Bouvet, P.	284
Batko, W.	71	Bovtun, V.	117
Bauer, M.	307	Braasch, J.	227
Baumann, U.	241	Brand, T.	280
Baumgart, J.	207	Brandstätt, P.	65, 256, 72
Bay, K.	256, 299, 72	Braun, S.	302
Beck, S.C.	190	Brecher, C.	203
Becker, K.	318	Brekow, G.	117
Becker, M.	165	Brennberger, M.	60, 61
Becker, Sebastian	244	Brockmeyer, D.	248
Becker, Stefan	60, 62, 62, 63		

Bschorr, O.	115	Dörfler, M.	178
Buchholz, J.	174	Döring, J.	117
Buchner, H.	123	Döring, W.	85
Buchs Schmid, M.	65	Dominicus, R.-D.	167
Buck, M.	150	Domke, Matthias	139
Buckert, S.	295	Drescher, M.	79
Budde, C.	303, 321	Drögemüller, T.	292
Bütikofer, R.	70, 158	Dunstmair, A.	271
Bulling, A.	245	Durrani, N.	115
Burgschweiger, R.	191	Echternach, M.	132
Burgwinkel, P.	204	Eckers, C.	133
Burkhart, C.	67, 269	Ehrlich, J.	214
Businger, A.	60, 61	Eichenlaub, C.	253
Busse, S.	81, 82	Ellermeier, W.	100, 171
Buxtrup, M.	234	Enghardt, L.	81
Caglar, S.	84	Enzinger, E.	282
Caillet, A.	192, 192, 194	Enzner, G.	222
Carolus, T.	83	Epp, B.	175, 276
Cegla, F.	221	Ernst, S.M.A.	176
Chudalla, M.	76	Ertl, M.	298
Cisilino, A.P.	190	Escher, A.	276
Clasen, D.	194	Eslami, A.	305
Cloix, A.	284	Ewert, S.	174, 275
Côté, N.	147	Fabris, C.	163, 163
Czaplik, M.	268	Faller, C.	50, 124
Czolbe, C.	253	Fassio, G.	279
Dalga, D.	243	Fastl, H. .	123, 153, 168, 169, 241, 271, 315, 176, 229
Dannemann, M.	114, 196, 297	Fedtke, T.	242
Dau, T.	174, 278	Feilner, M.	245
de Boer, A.	323	Feistel, S.	50, 142
de Bree, H.E.	325	Fellner, M.	95, 251
de Coensel, B.	93	Fels, J.	224
de Doncker, R.	99	Feneberg, G.	171
Deboy, D.	125	Fichtel, C.	265
Delfs, J.	36	Fiebig, A.	91, 151
Deml, B.	221	Fiedler, R.	277
Derleth, P.	245	Fingscheidt, T.	149
Desmonet, R.	317	Fischer, H.-M.	155, 155, 265
Diehl, N.	283	Fischer, J.	171
Dierschke, F.	134	Fischer, R.-L.	148
Dietrich, P. ...	57, 58, 98, 203, 89, 237, 238	Fischer, S.A.	250
Dietz, C.	324	Fišer, M.	87
Dietz, M.	273, 275	Forge, S.	133
Dietzel, R.	104	Forst, C.	216
Dobel, C.	131	Franck, D.	201
Doclo, S.	182, 183, 183, 243	Frank, M.	228
Döbler, D.	141	Fredelake, S.	242

Freudenberger, J.	180	Groche, P.	197
Frey, C.	286	Grohmann, T.	82
Fricke, J.P.	108	Großmann, S.	153
Friebe, Sebastian	250	Grothe, T.	207, 213
Friebe, Stefan	114, 297	Grüber, B.	297
Friedrich, J.	196	Grutzek, G.	88
Fritzsche, C.	79, 320	Gude, M.	114
Frommhold, P.	270	Guderian, M.	117
Funke, S.	78	Guerin, S.	82, 286
Fuß, S.	289	Gündert, S.	300
Gaal, M.	117	Guski, M.	268
Gabbert, U.	293	Haas, I.	43
Gabi, M.	84	Haase, T.	294
Gabriel, C.	63	Haberzettl, S.	294
Gaul, L.	220	Hüb-Umbach, R.	113
Geißler, T.	240	Haltenorth, I.	247
Gembris, H.	133	Hambrecht, J.	141
Genuit, K.	91	Hameyer, K.	98, 201
Gerbig, C.	256	Hammelmann, F.	165, 166
Gerhard, R.	212	Hamrayeva, V.	283
Gerhard, T.	83	Hannon, P.	150
Gerlach, A.	313	Hanselka, H. .	100, 102, 197, 205, 290, 291, 292, 295, 103
Gerlach, S.	182	Hansen, M.	183
Gerstenberger, C.	288	Hanss, M.	186
Geyer, C.	69, 70	Hardtke, H.-J.	198
Geyer, T.	46, 79, 302, 81	Harrer, A.	117
Gibbs, B.M.	157	Hatzfeld, C.	307
Gidion, G.	303	Haufe, N.	168
Gier, H.	52	Haverkamp, M.	107
Giering, K.	131	Heckmann, M.	112
Gierlich, H.W.	147, 149	Heeren, W.	173
Giesler, J.	46, 318, 319	Heider, M.	202
Ginn, B.	325	Heinrichs, E.	127
Glandier, C.	194	Heinze, R.	49
Glesner, M.	296	Heise, U.	323
Gnann, V.	203, 89	Helfer, M.	78
Goebels, K.	52	Helwani, K.	123
Goertz, A.	50, 54, 55, 182	Hemmer, D.	161
Goetze, S. ...	182, 279, 281, 282, 143	Hempel, U.	116
Gömmel, A.	134	Henke, C.	193
Goossens, S.	52	Henning, Arne	80
Gottschalk, A.	168	Henning, B.	312, 313
Goydke, H.	249	Hensel, J.	242
Grabinger, J.	62, 62, 63	Hentschker, I.	260
Graf, F.	87, 251	Henze, W.	257, 293
Gravenkamp, H.	118	Herget, W.	72, 299
Grigo, R.	66	Herholz, S.	131

Herold, S.	197, 197, 292	Isermann, U.	37, 160
Herold, T.	201	Jäcker-Cüppers, M.	130
Herzke, T.	239	Jäschke, M.	76
Hess, M.	134	Jakob, A.	200
Heß, W.	181, 225, 225	Jaksche, M.	95
Hessinger, J.	159, 263	Jekosch, U.	167
Hettler, S.	67	Joller, L.	233
Heuss, O.	291	Jorczyk, J.	236
Heute, U.	122, 145, 145	Jørgensen, S.	278
Hillenbrand, J.	102, 294	Josten, F.	214
Hilz, G.	66	Josuweit, A.	177
Hinterleitner, F.	145, 145	Jüschke, M.	309, 310
Hintz, K.	257	Jung, C.	310
Hintzsche, M.	127	Jungblut, T.	292
Hirsch, H.-G.	109	Jungmann, J.O.	143
Hirsch, K.-W.	73, 73, 165, 166	Kabel, M.	198
Hobracht, M.	81	Kaiser, M.	55
Hochlenert, D.	97	Kaltenbacher, M.	62, 189, 287
Höfker, G.	144	Kameier, F.	45, 48, 318
Höher, P.A.	121	Kappel, M.	212
Höhn, B.-R.	202	Kattner, F.	171
Hoeldtke, K.	278	Kauba, M.	206
Höllner, C.	157	Keiler, F.	316
Hoever, C.	259	Kellermann, W.	110
Hoffmann, R.	104, 119	Kengne, S.	148
Hofmann, M.	100	Kerber, S.	169
Hoge, K.	142, 258	Kerscher, M.	228
Hohmann, V. ..	183, 242, 273, 275	Kettler, F.	147, 148
Hoislbauer, H.	74	Kim, L.	78
Holewa, A.	286	Kitzig, A.	109
Hollosi, D.	87, 281, 282	Klärner, M.	297
Holstein, P.	139, 205	Klaus, T.B.	291
Holsteyns, F.L.	311	Klein, F.	230, 246
Holube, I.	168	Klein, W.	203
Homm, A.	215	Klein-Hennig, M.	273
Hoock, H.	167	Kleinhenrich, C.	86, 295
Horn, P.	62	Kletschkowski, T.	199
Hots, J.	172	Kling, C.	321
Huckemann, V.	249, 264	Klippel, W.	51
Hudde, H.	244	Klockgether, S.	276
Hübelt, J.	72, 302	Kluth, S.	72, 302
Hüppe, A.	287	Knauß, D.	161, 165
Hufenbach, W.	114, 196, 297	Knief, A.	131
Iben, C.	174	Kniesburges, S.	62
Ibis, M.	197	Knospe, H.	88
Imlau, M.	219	Knüttel, T.	141
Irrgang, A.	194	Kob, M. ..	133, 133, 134, 134, 137
Iser, B.	150	Koch, C.	37, 309, 310

Kögel, B.	129	Lang, J.	34
Koehler, M.	77	Langenbruch, F.	133
Köhler, K.	271	Langer, S.	67, 185, 190
Költzsch, P.	109	Langhof, C.	298
König, F.M.	58	Lauer, M.	100
Koh, H.-I.	92	Lautenbach, M.	136, 139
Kohlrausch, A.	103, 181	Lauterborn, W.	219
Kokavec, J.	75	Leao, M.	264
Koller, G.	95	Leckschat, D.	53
Kollmeier, B. ...	87, 111, 111, 168, 234, 242, 280	Lehming, B.	127
Konkel, F.B.	299	Leistner, P.	299
Koop, L.	80	Lenz, M.	220, 314
Korany, N.	154	Lenz, U.	266
Kordon, U.	104	Leonhardt, A.	43
Kornadt, O.	70, 156	Lepage, M.	148
Kortlang, S.	87	Lerch, R.	60, 61, 62, 62, 63
Krämer, M.	256	Lesinski-Schiedat, A.	234
Krahé, D.	84, 86, 295	Letens, U.	152
Krajci, L.	70	Lichtinger, B.	169
Kraus, R.	307	Liedtke, M.	39
Krechel, B.	89	Liepert, M.	41
Kremer, H.	252	Lilov, M.	206
Kreutzbruck, M.	117, 117	Lindau, A.	126
Kreuzer, W.	135, 178, 188	Lindmaier, J.	130
Krini, M.	150	Lindner, F.	229
Kroll, L.	297	Lindner, F.	203
Kropf, M.	95	Link, U.	262
Kropp, W.	259	Lippert, A.	311
Krüger, L.	253	Lippert, S.	142
Krump, G.	167, 171, 240, 248, 248	Lösche, E.	98
Kruse, R.	90	Lohmann, T.	102
Kühler, R.	279	Lohrengel, A.	236
Kühner, D.	73	Lohrmann, M.	59, 258
Kühnicke, E.	220, 314	Lorenz-Kierakiewitz, K.-H. ...	136, 252
Kümmritz, S.	118	Loviscach, J.	133
Künstler, M.	251	Luegmair, M.	113
Küppers, T.	64	Lühmann, H.-G.	138
Küter, D.	122	Lühmann, J.	138
Kuhl, S.	103	Luft, T.	257, 293
Kuipers, E.	323	Maas, R.	110
Kunkemöller, M.	57, 58	Majdak, P.	178, 273, 274
Kurth, F.	88	Makarski, M.	50, 54, 55, 182
Kurtze, L.	100, 102, 171	Marburg, S.	98, 198, 289, 297
Kurz, R.	67	Marelli, D.	135
Kurz, T.	219, 271	Markl, M.	132
Laback, B.	273, 274, 275	Marquardt, D.	183
Landes, H.	298	Marros, F.	144

Marschall, M.	174	Moritz, N.	111
Marter, C.	254	Müller, A.	70
Martinez, S.	162	Müller, F.	134
Masiero, B.	224, 237	Müller, G.	65
Matyschok, B.	320	Müller, S.	63
Maue, J.	39, 231	Müller, U.	42
Mauer, S.	226	Müller-Trapet, M.	98, 143, 237
Mauermann, M.	175, 238	Münch, H.-J.	205
May, T.	181	Myck, T.	160, 161
Mayer, D.	197, 205, 206, 290	Nallasamy, U.	112
Mayr, A.	261	Neidhardt, A.	226
Mehnert, D.	104	Neifeld, A.	287
Mehra, S.-R.	76, 106	Nestorovic, T.	115
Meinecke, C.	148	Neumann, H.-D.	234
Meister, A.	100	Neumann, K.	133
Melchior, F.	226	Niehoff, W.	50
Mell, J.	64	Niermann, A.	154
Mellert, V.	183, 276	Nissen, I.	120, 121
Meloni, T.	267	Nitschmann, M.	272
Melz, T.	206	Nitzschner, S.	240
Menzel, D.	168	Nocke, C.	144
Menzinger, J.R.	226	Noisternig, M.	124, 317
Merchel, S.	96	Norrenbrock, C.	145, 145
Merkel, T.	138	Nossol, P.	297
Mertins, A.	143	Notbohm, G.	267
Mettin, R.	221, 270, 271, 309, 311	Nowak, T.	221, 309, 311
Metze, F.	112	Ochmann, M.	185, 187, 190, 191, 254
Meuleman, J.	322	Öhler, S.	264, 265
Meunier, N.	256	Oesterreicher, T.	166
Meyenberg, B.	53	Oetjen, A.	173
Meyer, A.	141	Ohlau, K.	129
Meyer, B.T.	111	Ohlendorf, J.	153
Meyer-Plath, A.	117	Ohm, J.-R.	203
Mezni, M.	286	Ohno, W.	213
Mihocic, M.	274	Olfert, S.	313
Miklos, A.	208, 208	Opitz, M.	138
Milde, J.	40	Ortmann, M.	131
Millitzer, J.	292, 307	Otten, J.	148
Misol, M.	294	Otten, M.	134
Möhler, U.	41	Otto, M.	202
Mohr, J.	264, 265	Paál, G.	209
Möller, S.	145, 145, 147, 147, 96	Pantev, C.	131
Moeser, C.	286	Pasqual, A.M.	227
Möser, M.	75, 190, 200	Paul, A.	196
Mommertz, E.	249	Paul, S.	68, 238, 144
Moore, B.C.J.	176	Paulsen, R.	232
Moorhouse, A.	307	Pawlik, P.	71
Moritz, K.	100		

Payasov, M.	283	Rennies, J. ...	168, 172, 173, 279, 279, 280
Pazen, D.	322	Rescheleit, M.	142, 258
Peiffer, A.	286	Rettenbacher, B.	87
Pelz, P.	320	Reuter, F.	271
Pelzer, S.	125, 126	Richard, J.	128
Peralta, J.	200	Richter, B.	132
Peßler, F.	137	Richter, J.	210
Peters, N.	227	Rieckh, G.	188
Petersson, B.A.T.	299, 308	Riegel, M.	78
Pfeifle, F.	211	Riemann, M.	138
Pfister, G.	218	Riesenweber, T.	123, 271
Philipp, F.	296	Ringwelski, S.	293
Pieczykolan, A.	252	Ritsch, W.	317
Pilgramm, M.	137	Ritter, T.	138, 180
Piprek, P.	321, 323	Röglin, T.	290
Piscoya, R.	185, 191	Röhl, M.	85
Pitsch, S.	208	Röhrbein, M.	126
Piwonski, M.	92	Roggen, D.	245
Pöllmann, J.	197	Rohdenburg, T.	240
Pörschmann, C. ...	122, 161, 277, 322, 229	Rohlfing, C.	89
Pohl, A.	186	Rohlfs, A.-K.	134
Pohl, M.	114	Rong, P.	189
Pollow, M. 51, 57, 58, 98, 184, 89,	237	Roos, M.	100, 171
Pomberger, H.	51	Rossaint, R.	268
Pondrom, P.	102	Roßberg, S.	152
Prager, J.	117, 118	Rosslau, K.	131
Praml, G.	42	Rubisch, J.	95
Preis, S.	228	Rümler, W.	260, 261
Probst, W.	77	Rüst, P.	258
Prüfer, M.	249	Rütten, M.	317
Püschel, D.	183	Ruff, A.	155
Putner, J.	59	Ruhe, C.	304, 304
Quoc, V.V.	144	Ruhnau, M.	302
Raake, A.	147, 147, 278, 280, 315, 177	Rupitsch, S.J.	61
Rabold, A.	159, 261	Rychtarikova, M.	93
Rader, T.	241	Sabiniaz, P.	259
Raffaseder, H.	94, 95	Sabirin, C.	290
Rainer, H.	87, 251	Sachau, D.	199, 200
Ramirez, J.-P.	177	Sachs, W.	193
Ranjbar, M.	198	Sänger, A.-M.	308
Rasmusow, E.	183	Samman, F.	296
Rausch, J.	290	Sánchez Márquez, J.S.	221
Redmann, D.	286, 301	Sankowsky-Rothe, T.	239
Rehr, R.	282	Sarikaya, C.	265
Reiter, A.	251	Sarradj, E. .	46, 79, 298, 318, 319, 320, 81
		Saß, B.	263

Sayer, A.	306	Schulz, A.	81
Schaaf, T.	112	Schulz, F.T.	318
Schaal, C.	186	Schulze, C.	72
Schade, H.-P.	139	Schuppert, M.	137
Schädler, M.R.	111	Schuppisser, B.	70
Schädlich, E.	74	Schwarze, S.	35, 267
Schaer, T.	219	Schwyrz, M.	181
Schäfer, I.	217	Sciri, P.	135
Schäl, S.	216	Seeber, B.U.	275
Schaffrath, W.	237	Seeber, S.	100, 171
Schanda, U. ..	159, 247, 261, 262	Seebode, J.	96
Scharrer, R.	179, 268, 237	Sehr, A.	110
Scheck, J.	265	Seidel, J.	155, 260, 261
Schedlinski, C.	194	Seidler, H.	54
Schepker, H.	168	Seipel, B.	292
Schiema, H.	213, 214	Sereinig, A.	251
Schimmelpfennig, S.	60, 61	Sessler, G.M.	102, 294
Schlachter, I.	267	Shabalina, E.	55
Schleicher, R.	283, 96	Sharma, A.	220
Schmalenströer, J.	113	Shevchenkoa, I.	189
Schmelter, R.	236	Sickert, P.	235
Schmelzer, M.	156	Siegel, A.	230
Schmidhuber, M.	176	Sievertsen, T.	218
Schmidt, J.-H.	238	Sievi, A.	258
Schmidt, T.	269	Siller, H.	78, 79
Schmidt, V.	304, 304	Simon, C.	279
Schmidtke, E.	216	Sinambari, G.R.	101
Schmitz, A.	54, 55, 67, 182	Sisamon, A.	190
Schmook, R.	267	Skowronek, A.	100, 103
Schneider, D.	240	Skowronek, J.	280
Schneider, M.	155	Sobotta, R.	310
Schneider, M.	105	Söhnholz, H.	219
Schoeffler, M.	225	Sommer, R.	277
Schönwald, S.	48	Sonntag, S.	311
Schöpf, J.	212	Sontacchi, A.	88, 135
Schöpfer, F.	261	Sorber, J.	220, 314
Scholl, W.	67, 159	Sottek, R.	151
Schramm, M.	262	Souza, J.J.L.D.	238
Schreckenberger, D.	41, 266	Späh, M.	166
Schröder, A.	312	Spiertz, M.	203, 89
Schröder, A.	80	Spors, S. .	35, 122, 123, 224, 226, 315, 229
Schröder, C.	121	Sprenger, H.	220
Schröder, D.	125, 186	Stadtschnitzer, M.	95
Schröder, E.	247	Stamm, M.	96
Schröder, J.	87, 279	Stange-Kölling, S.	69, 158
Schulte-Fortkamp, B. ..	44, 91, 92, 92, 93	Stefanowicz, S.	272
Schultz, F.	108	Stegemann, B.	258

Steinbuß, A.	240	Vermeir, G.	93
Stenzel, S.	180	Versümer, S.	53
Sternel, D.	48	Vincent, N.	254
Steuck, C.	191	Virnich, B.	257
Stiefmeier, T.	245	Völk, F. ..	123, 168, 271, 315, 176, 229
Stiller, D.	121	Völker, E.-J.	53, 105, 250
Stirnemann, A.	59, 244	Völz, U.	119
Strobl, J.	88	Vogel, A.	156
Stütz, M.	190	Vogel, Joachim	165
Sukalo, D.	56	Vogel, Johannes	201
Sukowski, H.	234	Vogelsang, B. ..	73, 160, 160, 161
Sundaram, S.	283, 96	Voigt, K.S.	93
Surek, D.	205	von Estorff, O.	142, 187, 195, 258
Swoboda, W.	234	von Wagner, U.	97
Talasz, W.	94	Vorländer, M. ..	55, 56, 57, 58, 98, 125, 126, 140, 141, 143, 178, 179, 184, 201, 203, 224, 252, 268, 285, 322, 89, 237, 238
Tapken, U.	286	Wältermann, M.	147, 147
Taskan, E.	265	Wagener, K.	234
Teller, P.	65	Wagner, S.	49
Telsnig, M.	95, 232	Wahl, M.	249
Tessendorf, B.	245	Wahler, W.	232
Teuber, W.	53, 250	Walder, T.	274
Tharandt, A.	205	Waldmann, H.	231, 233
Thiele, C.	234	Walter, C.	248
Thiemann, A.	221, 309, 311	Wang, Q.	320
Thivant, M.	284	Wang, X.	178
Thoden, D.	236	Wankhammer, A.	88
Thoma, J.	133	Waubke, H.	188
Thomas, C.	323	Weber, H.	70
Thron, T.	255	Weber, L.	166, 264, 265
Thyes, C.	197, 291	Weber, R.	170
Töpken, S.	170	Wefers, F.	126
Traser, L.	132	Weigler, T.	86, 295
Trimpop, M.	164	Weinandy, R.	130
Tröster, G.	245	Weinzierl, S. ...	52, 108, 122, 324, 229
Trost, M.	113	Weistenhöfer, C.	308
Tschesche, J.	197	Wendt, T.	275
Tschöke, H.	257, 293	Wenzel, S.	313
Tschöpe, C.	119	Werner, S.	230, 246
Unruh, O.	294	Werthschützky, R.	307
Uppenkamp, S.	85	Widjaja, I.	200
Vaik, I.	209	Wiedecke, B.	283
van de Par, S.	181, 183, 177	Wierstorf, H.	315
van der Giet, M.	98	Wijnant, Y.	323
Vanselow, P.	170		
Vercammen, M.	136, 139, 252		
Vergara, E.F.	68, 144		
Verhey, J.	170, 172, 173, 173, 175, 272, 272, 276		

Wilkens, V.	311	Wulkau, M.	185
Wilksen, S.	281	Xi, X.	221
Will, C.	217, 218	Xiao, W.	65
Wind, J.	325	Xiong, F.	279
Winkler, M.	318	Yu, H.	149
Winterer, B.	167	Zaleski, O.	195
Witew, I.	140, 141, 252, 322	Zayani, M.	84
Wittek, H.	50	Zebian, M.	242
Wittstock, V. .	69, 70, 71, 156, 158, 159, 260	Zeise, M.-S.	134
Wöckel, S.	116	Zenetti, E.	106
Wolf, M.	262	Zheng, X.	288
Wolff, M.	119	Ziegenhals, G.	210
Wolff, T.	150	Zimmermann, S.	102
Wolter, F.-E.	288	Zotter, F. .	51, 124, 125, 227, 228, 317
Wolter, S.	292	Zurbrügg, T.	59

Sitzungen während der Tagung

Vorläufige Terminübersicht; die Angaben können sich ggf. noch ändern. Die endgültigen Anfangszeiten und Räume der Sitzungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr veröffentlicht.

Montag, 21. März 2011

13:00 - 17:00	Workshop Ultraschall	Hörsaal 2C
15:30 - 17:00	„Young Professionals - Icebreaker“	Hörsaal U1.46
17:00	DEGA-Mitgliederversammlung	Hörsaal 2D

Dienstag, 22. März 2011

13:00 - 14:00	„Young Professionals Meeting“	Hörsaal U1.46
12:30 - 14:00	Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)	Hörsaal U1.44
13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Elektroakustik	Hörsaal 3C
13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Sprachakustik	Hörsaal 2B

Mittwoch, 23. März 2011

12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Bau- und Raumakustik	Hörsaal 3H
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Fahrzeugakustik	Hörsaal 3D
13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Hörakustik	Hörsaal 2A
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Musikalische Akustik	Hörsaal 2B
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Physikalische Akustik	Hörsaal 2C

Donnerstag, 24. März 2011

13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Lärm: Wirkungen und Schutz	Hörsaal 2D
13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Lehre der Akustik	Hörsaal 3B
12:45 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Strömungsakustik	Hörsaal U1.46
12:45 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Ultraschall	Hörsaal 2C

DAGA 2011 - Anmeldung zur Teilnahme (ohne Vortrag)

Für jede teilnehmende Person bitte jeweils ein Formular verwenden.

Titel, Vorname, Name: _____

Anschrift: _____

E-Mail: _____

Tagungsgebühr

Zutreffende Klasse gemäß Tabelle auf Seite 28 wählen und ankreuzen:

Klasse: 1 2 3 4 5 6 7

Früh-/Spätbucher: früh spät

Tagungsband zusätzlich gedruckt: (Aufpreis 80,- €)

Tagungsgebühr: _____ €

Zahlungsweise (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- Ich ermächtige die DEGA e.V., den von mir zu entrichtenden Beitrag zur DAGA 2011 zu Lasten meines Kontos in Deutschland

Konto-Nummer: _____

bei: _____ Bankleitzahl: _____

mittels Lastschrift einzuziehen.

- Ich überweise den Beitrag auf das Konto der DEGA e.V.

Nr.: 108 372 01 00

Oldenburgische Landesbank, BLZ 280 200 50

Bitte geben Sie auf dem Überweisungsträger unbedingt an, für welche Person die Anmeldung gilt.

- Ausland: Zahlung per Kreditkarte:

Eurocard/Mastercard

Visa

American Express

Karten-Inhaber: _____

Verfallsdatum: _____

Karten-Nummer: _____

Datum und Unterschrift: _____

Senden Sie bitte das ausgefüllte Formular an:

DEGA e.V., Geschäftsstelle

Voltastr. 5, Geb. 10-6

13355 Berlin

Fax: +49 (0)30 46 06 94-70