

DAGA 2010

15.-18. März 2010 in Berlin



Programm



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN
University of Applied Sciences

Programmheft

36. Deutsche Jahrestagung für Akustik - DAGA 2010

Homepage: <http://www.daga-tagung.de/2010>

E-Mail: info2010@daga-tagung.de

Veranstalter:

- Technische Universität Berlin,
Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik
- Beuth Hochschule für Technik Berlin -
University of Applied Sciences
- 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

Druck:

Druckhaus Galrev, Berlin

Inhaltsverzeichnis

Zeitpläne	4
Grußwort der Tagungsleitung	16
Hinweise zur Tagung	17
Preise der DEGA	30
Eröffnung und Preisverleihungen	32
Plenarvorträge	32
Vorkolloquien Montag	36
Aktive Beeinflussung von Schwingungen und Geräuschen	36
Soundscape and Community Noise	42
Körperschall – neue Methoden und physikalische Ergebnisse	46
Fachvorträge Dienstag	50
Audiologische Akustik I	50
Soundscape - Contributions to Standardization	56
Stimmphysiologie	57
Raumakustik - Simulation und Evaluation I	62
Funktionale Raumakustik	66
Auditorisch-visuelle Sprache - Wahrnehmung, Analyse und Synthese	67
Music Processing I	70
Lehre der Akustik	74
Geschichte der Akustik	75
Physikalische Modelle und numerische Methoden in der Aeroakustik I	78
Strömungsakustik	82
Blasinstrumenten- und Orgelakustik I	83
Körperschall	87
Sprache im Kraftfahrzeug	92
Schienenverkehrslärm	96
Lärmausbreitung	102
Fahrzeugakustik I	108
Fachvorträge und Poster Mittwoch	114
Lehre der Akustik (Poster)	114
Körperschall (Poster)	115
Boundary-Element-Methode (BEM) in der Akustik: Ent- wicklungen und Anwendungen	116
Boundary-Element-Methode (Poster)	120
Finite-Elemente-Methoden (FEM)	121
Psychoakustik	124

Psychoakustik (Poster)	131
Multimodale Qualität	132
Räumliche Wahrnehmung	135
Raumakustik - Simulation und Evaluation II	141
Methoden zur Berechnung der Schalldämmung	144
Adaptronische Ansätze zur Lärm- und Schwingungsminde- rung	149
Signalverarbeitung	153
Signalverarbeitung (Poster)	158
Lärmschutz	159
Lärmschutz (Poster)	163
Geräuschbeurteilung	165
Geräuschbeurteilung (Poster)	169
Audiologische Akustik II	170
Gehörmodelle	171
Gehörmodelle (Poster)	176
Maschinenakustik	176
Physikalische Modelle und numerische Methoden in der Aeroakustik II	179
Aeroakustik in Versuch und Simulation I	182
Unterwasserakustik	187
Unterwasserakustik (Poster)	190
Ultraschall I	190
Akustische Messtechnik	195
Bauakustik I	204
Bauakustik I (Poster)	212
Music Processing II	214
Music Processing II (Poster)	217
Virtuelle Akustik I	218
Luftschallmessung, Schallquellenortung und -visualisierung	223
Umgebungs-lärm-Richtlinie	226
Geräuschumgebungen	227
Akustik alternativer Antriebe	229
Fahrzeugakustik II	231
Fahrzeugakustik II (Poster)	238
Fachvorträge und Poster Donnerstag	239
Schwingungstechnik	239
Aktive akustische Systeme (ANC/AVC)	240
Robuste Spracherkennung	244
Sprachverarbeitung	247
Sprachverarbeitung (Poster)	252
Multimodale Interaktion: auditiv-taktil-visuell	252

Raumakustik	260
Raumakustik (Poster)	266
Technische Akustik	267
Technische Akustik (Poster)	270
Numerische Akustik	270
Numerische Akustik (Poster)	275
Lärm am Arbeitsplatz	276
Lärm am Arbeitsplatz (Poster)	282
Blasinstrumenten- und Orgelakustik II	284
Musikalische Akustik	286
Musikalische Akustik (Poster)	289
Aeroakustik in Versuch und Simulation II	292
Ultraschall II	298
Ultraschall II (Poster)	301
Elektroakustik	304
Elektroakustik (Poster)	310
Bauakustik II	311
Virtuelle Akustik II	318
Virtuelle Akustik II (Poster)	325
Fluglärmgesetz	326
Fluglärmgesetz (Poster)	334
Reifen-Fahrbahn-Geräusche	334
Lagepläne	349
Verzeichnis der Autoren	357
Sitzungen während der Tagung	367
Anmeldeformular	368

Montag, 15. März 2010

	Vorkolloquium: Aktive Beeinflussung von Schwingungen und Geräuschen
	Raum: Bauwesen H1
12:00	Konkel/Jakob/Heintze/Möser: 'Active Sound Design'- Konzepte und Umsetzungen an einem Doppelrohrblatt-Holzblasinstrument (36)
12:25	Krahé: ANC – Schallfeldanalyse und -synthese im Zusammenwirken (36)
12:50	Bay/Leistner: Anwendungen aktiver Resonator-Schalldämpfer (37)
13:15	Pause
13:30	Schirmacher: Active Noise Control in der Automobilindustrie (37)
13:55	Kochan/Sachau: Robuste aktive Schallreduktion in Flugzeugen (38)
14:20	Scheuren: Die Bedeutung von Richtlinien bei der Umsetzung aktiver Methoden am Beispiel der VDI-Richtlinie 2064 „Aktive Schwingungsisolierung“ (39)
14:45	Tapken: Effekte bei der Sekundärschallfeldanregung in Systemen zur aktiven Regelung von höheren akustischen Kanalmoden (39)
15:10	Pause
15:25	Wimmel: Auslegung, Aufbau und Betrieb aktiver Systeme – Praxiseinblicke aus dem Maschinenbau und der Fahrzeugtechnik (40)
15:50	Moeck/Gelbert/Paul/Paschereit/King: Aktive Kontrolle thermoakustisch instabiler Azimuthalmoden in einem annularen Rijke Rohr (40)
16:15	Norambuena/Jakob/Möser: A mathematical model for a multi-channel active absorption system (41)

	Vorkolloquium: Soundscape and Community Noise
	Raum: Gauß B 501
13:00	Kang: A Framework of Soundscape Design Potentials (42)
13:25	Maffei: Soundscape Approach in Urban Renewal: Parks and Areas of Acoustic Quality (42)
13:50	Genuit: What we need for SoundScape and where do we need SoundScape (43)
14:15	Pause
14:30	Siebein: Transitions in Soundscape from Theory to Practice (43)
14:55	Dixon: New Directions in Soundscape Management (44)
15:20	Botteldooren: Modelling Perception of the Sonic Environment as a Tool for Soundscapes (44)
15:45	Axelsson: Standardization in Soundscape Research - Current and Future Perspectives (45)
16:10	Hartig: The Restoration Perspective in Soundscape Research (45)

	Vorkolloquium: Körperschall – neue Methoden und physikalische Ergebnisse / Structure-borne sound – new methods and physical findings
	Raum: Gauß B 554
13:00	Gaul: Damping in Structures Assembled by Bolted Joints (46)
13:25	Finnveden/Fraggstedt/Petersson: Experiments on the viscoelastic properties of a car tyre (46)
13:50	Marburg/Fritze: Näherungsverfahren zur Berechnung der abgestrahlten Schallleistung - eine Fallstudie (47)
14:15	Moorhouse: An in situ measurement method for characterisation of structure-borne sound sources (47)
14:40	Bonhoff/Petersson: Interface mobilities for structure-borne sound source characterization and the description of the transmission process (48)
15:05	Pause
15:45	Kirchner/Kohrs: SB - Noise Control Design Rules and Rules of Thumb revisited by numerical Experiments (48)
16:10	Tschakert: Stop and pass bands in cross-stiffened plates, a two-dim. model of structure-borne sound propagation in stiffened plates (49)
16:35	Petersson: Bending waves and spatially varying structural properties (49)

17:00 Uhr, Beuth-Saal: **DEGA-Mitgliederversammlung**

Dienstag, 16. März 2010

Konzerthaus Berlin (Lageplan auf Seite 349)

9:00	Eröffnung und Preisverleihung (s. Seite 32)
10:30	Kaffeepause
11:00	Plenarvortrag T. Nawka: „Hören auf die Stimme – Beurteilung der gestörten Stimmfunktion und Behandlungsmöglichkeiten aus ärztlicher Sicht“ (32)
11:45	Plenarvortrag H. Fastl (Empfänger der Helmholtz-Medaille): „Praktische Anwendungen der Psychoakustik“ (33)
anschl.	Bustransfer zur Beuth-Hochschule und Mittagspause
14:00	Produktforum (Beuth-Saal) (23)

Dienstag, 16. März 2010 (Fortsetzung)

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
	Audiolog. Akustik I	Sound-scape	Stimmphysiologie	Raumakustik: Sim. I	Fkt. Raumakustik	Music Processing I	Lehre der Akustik
14:30	Wendt: Syntaktische Komplexität (50)	Schulte-Fortkamp: Soundscape (56)	Ilg: Künstliche Stimmklippen (57)	(Produktforum)	Fuchs: Funktionale Raumakustik (66)	Höck: Graphbasierte Indexstruktur (70)	Paul: Akustikingewesen Brasilien (74)
14:55	Herzke: Richtungsfilterungsalgorithmen (50)	Soundscape (Forts.)	Otten: Vocal fold elasticity (57)	Pohl: Ray / Beam Tracing (62)	Burkowitz: Verformung Wahrnehmung (66)	Ewert: Polyphonievariabilitäten (70)	Foken: Ausbildung Maschinenakustik (75)
					Audit-vis. Sprache		Geschichte der Akustik
15:20	Zurbrügge: Active Control Hearing-Aids (51)	Soundscape (Forts.)	Schmidt: Transient Material-Optimiz. (58)	Pohl: Convex subdivision (63)	Kühnel: Audio-visuelle Systemausgabe (67)	Von Zeddelmann: Detektion Phrasen (71)	Lang: Friedrich Bruckmayer (75)
15:45	Sankowsky: Entzerrung Hörgeräte (52)	Soundscape (Forts.)	Yang: Parameteroptimierung 3DM (58)	Stephenson: Double Beam Diffraction (63)	Liu: Visual Speech Synthesis (68)	Thomas: Komplexe Orchesterwerke (71)	Mehnert: Mareysche Kapseln (76)
16:10	Hudde: Trommelfellschalldruck (52)	Soundscape (Forts.)	Gömmel: MRI vocal fold (59)	Witew: Mic. placement uncertainties (64)	Zelezny: Talking Head Adaptation (68)	Albrecht: AMT component identification (72)	Vercammen: Geschichte der Staatsoper (76)
16:35	Zebian: Otoakustische Distorsion (53)	Soundscape (Forts.)	Zörner: Fluid Structure Acoustics (60)	Pause	Bothe: Audio-visuelle Absehhilfe (69)	Grosche: Tempomusiksegmentierung (72)	Pause
17:00	Hensel: Hörschwellen Kurzzeitsignale (54)	Soundscape (Forts.)	Mattheus: Aeroacoustic Glottal Source (60)	Witew: IACC meas. uncertainty (64)	Wagner: SSI / ModelUI (69)	Dittmar: Drumloop Separation (73)	Völker: Studiobau Dr. Kuhl (77)
17:25	Fels: Gehörgang Kleinkinder (54)	Soundscape (Forts.)	Kniesburgs: Schallquellen Phonation (61)	Vitale: Scatt. coefficient perception (65)		Fouloulis: Rhythm Pattern Similarity (73)	Mehra: Kulturgeschichte Lärm (77)
17:50	Uslar: Entwicklt. Sprachkorpus (55)	Soundscape (Forts.)	Voigt: Autom. Stimmdiagnostik (61)	Melchior: Frühe Deckenreflexionen (65)		Konz: Experiment Akkorderkennung (74)	Költzsch: Akustik zur Zeitenwende (78)

18:30 Uhr: **Empfang im Haus Bauwesen** (siehe S. 24)anschl.: **Exkursionen** (siehe S. 24)

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
	Num. Aeroakust. I	Blasinstr. & Orgel I	Körperschall	Sprache im Kfz	Schienenverk.-lärm	Lärmausbreitung	Fahrzeugakustik I
14:30	Birkefeld: Hybride Methoden CAA (78)	Bamberger: Flutes quantitat. assessment (83)	Sturm: Dynamic force determination (87)	Strauß: Fahrerassistenzsysteme (92)	Behr: Schienenstegdämpfer-Projekt (96)	Probst: Verbesserung Lärmprognose (102)	Boonen: Cold engine setup (108)
14:55	Landes: Aeroacoustics and PML (79)	Kühnelt: Aeroakustik Flöten (84)	Kammer: Entkopplung Abgasanlage (88)	Ruwisch: Tuning Freisprech-einrichtg. (92)	Liepert: Schall 03 Innovationen (97)	Probst: Berechnung Straßenv.-lärm (102)	Bachner: Mehrtor-Schall-dämpfer (108)
15:20	Kornhaas: CAA im Nahfeld (80)	Außerlechner: Pfeifenfußmodell (84)	Chamaoun: Empfangs-plattenmethode (88)	Grünbaum: Störgeräuschkunterdrückung (93)	Kalivoda : Decay Rate u. Bahnlärm (98)	Hübelt: Hohlraum-gehalt off. Asphalt (103)	Philippen: Blinde Quellentrennung (109)
15:45	Fritzsche: Error flow profiles (80)	Pitsch: Temperaturgradienten (85)	Mathiowetz: Interface-Mobilitäten (89)	Yu: Head-Unit Int. Beamformer (94)	Czolbe: Schienenrauheiten im Netz (98)	Knauf: WEA und Langzeitmessungen (104)	Hufenbach: Verstärkte Reserveradmulde (110)
16:10	De Roeck: Accurate CAA Coupling (81)	Pause	Rajmane: Stiffened Plates (89)	Pause	Fehndrich: Radschallabsorber Nahverkehr (99)	Schirmer: Unsicherheit Imm.-prognosen (104)	Pause
16:35	Bassetti: Liner Time-domain CAA (81)	Baumgart: Impedanz Blasinstrumente (85)	Bauer: Blocked force calculation (90)	Matheja: cross-talk cancellation (94)	Carrarini: Mehrkörper-simulation (99)	Trimpop: Lärmschutz durch Wald (105)	Luft: Akust. Transferpfade (110)
	Strömungsakustik						
17:00	Winkler: Zylinder/-Platte-Konfiguration (82)	Fuß: Modalanalyse Blockflöte (86)	Alzugaray: Excitation Two-Phase Flow (90)	Gierlich: Wideband in car hands-free (95)	Thron: sonRAIL Emissionsmodell (100)	Hirsch: Ausbreitung durch Wald (106)	Kauba: Aktive Schwing.-kompensation (111)
17:25	Sternel: FSI/CAA Simulation (83)	Richter: Resonatoren im Zeitbereich (86)	Buchholz: Surface Velocity Computation (91)	Kettler: Echo assessment, MOS (95)	Jalics: Viskoelastische Materialien (101)	Zangers: Komplexe Maßnahmen (106)	Pffafelhuber: LWRT-Motorraumverkleidung (112)
17:50	Reichenberger: Strömlinienkanal (83)	Trommer: Offene Lippenorgelpfeifen (87)	Bietz: Menschlicher Geher (91)	Kühler: Lautheitsabh. Verständlichkeit (96)	Stegemann: Rollgeräuschrandbedingungen (101)	Hirsch: Bidi-rektionale Messung (107)	Müller: Seitenscheibenlärm (112)

Mittwoch, 17. März 2010

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
	BEM	Psychoakustik	Multimod. Qualität	Raumakustik: Sim. II	Adaptron. Ansätze	Lärm-schutz	Audiolog. Akustik II
08:30	Von Estorff: Desingularisierte Direkte BEM (116)	Töpken: Bewertung von Tonkomplexen (124)	Garcia: Audio Quality IPTV (132)	Van Dorp Schuitman: Room acoustic perception (141)	Buckert: Dünnwandige Strukturen (149)	Martinez: Geräuschemissionen WEA (159)	Böhnke: Fluid Structure System (170)
08:55	Seipelt: FBEM globale Ansatzfunktion (116)	Hansen: Ausgeprägtheit der Tonhöhe (125)	Reiter: Projekt Perceval (133)	Scharrer: Binaurale Umgeb.-erkennung (142)	Janda: Optimierung Tilgerparameter (150)	Hammelmann: Werkzeuge Lärmmanagement (159)	Epp: Cochleamodell Feinstruktur (171)
							Gehörmodelle
09:20	Segaert: Inverse Numerical Acoustics (117)	Zerbs: Tonhaltigkeit zeitvar. Vorgänge (125)	Altinsoy: Touchscreens f. Digital Audio (134)	Lautenbach: Konzertsaal De Doelen (142)	Ringwelski: Smart Short Engine (151)	Mena Zamorano: Berechnung Beugungsfeld (160)	Krahé: Wirkung tiefe Frequenzen (171)
09:45	Brick: Leistungsspektrum via BEM (117)	Verhey: Tonhaltigkeit und Lautheit (126)	Möller: Multimodale Integration (134)	Büttner: Early Halls Japan (143)	Jungblut: Piezoelek. Aktorsysteme (151)	Böhm: Lärmschutz bei BHKW (160)	Bergbauer: Cochlear Nucleus Model (172)
10:10	Müller-Trapet: Qualität Eingangsdaten BEM (118)	Hansen: Tonhaltigkeit partielle Lautheit (127)	Weiss: Audio-visual quality (135)	Kahle: Architektonische Kriterien (143)	Li: Sensitiv. adaptives System (152)	Krump: Ruhehörschwelle (161)	Fredelake: Elektrische Stimulation (172)

11:00 Atze-Th. / Beuth-Saal: **Plenarvortrag W. Kropp: „Modellbildung zur Rollgeräuschminderung - eine unendliche Geschichte?“ (33)**

11:45 Atze-Th. / Beuth-Saal: **Plenarvortrag K. Genuit: „Quo vadis Psychoakustik? Potential und Limitation einer Disziplin zwischen den Disziplinen“ (34)**

12:30 **Mittagspause**

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
			Räumliche Wahrneh.	Schall-dämmung	Signalverarbeitung		
14:00	Gorenflo: BEM Innenraumprobleme (119)	Hots: Dyn. Lautheitsmodellierung (127)	Klockgether: Bewegte Schallquellen (135)	Piscoya: Dämmung dünner Platten (144)	Volgenandt: Multi-speaker localization (153)	Meloni: Urbaner Strassenlärm (161)	Meyer: Sprachverständl. Hörgeräte (173)
14:25	Stütz: Zeitbereichs BEM (119)	Oberfeld: Loudness: Temporal weighting (128)	Ohl: Externalization of Sound (136)	Piscoya: Schalldämmung endl. Platten (144)	Knobloch: Elektr. Übertr.-eigenschaften (153)	Bartolomaeus: Vorbeifahrtpegel (162)	Ramirez: Binaural Intelligibility Pred. (174)
14:50	Beitel-schmidt: Abstrahl. Radsätze (120)	Hergensröder: Lautstärke Fernsehen (128)	Merchel: SweetSpotter (136)	Aoki: Iterative Method (145)	Nagathil: Cepstral Modulation Features (154)	Pause/Poster	Jürgens: Kompression und Lautheit (174)

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
	Num. Aeroakustik II	Unterwasserakustik	Ak. Messtechnik	Bauakustik I	Music Processing II	Schallquellenortung	Alternative Antriebe
08:30		Matuschek: OWEA-Baugeräusche (187)	Sarradj: Auswertung Arraymessungen (195)	Stange-Kölling: Zulassung bauak. Prüfstellen (204)	Abeßer: Multi-timbral recognition (214)		Schulte-Fortkamp: Das akustische 'Grün' (229)
08:55	Kaltenbacher: Computational Aeroacoustics (179)	Schmidtke: Schockwellendämpfung (188)	Mende: Tiefstfrequenzkalibrierung (195)	Sommerfeld: Trittschallminderung (204)	Gärtner: Electronic Music Classification (215)	Jaeckel: Modifiziertes Beamforming (223)	Zeitler: Sounddesign leise Fahrzeuge (229)
09:20	Koh: Sound Source Terms (179)	Müller: Hydroakustik Schlepprinne (188)	Kling: Messplatz Richtch.-prüfung (196)	Wittstock: Unsicherh. beim Trittschall (205)	Skowronek: Musik und Licht (215)	Döbler: Akustischer Radiergummi (224)	Ruschmeyer: NVH Hybrid-/Elektrofahrzeug. (230)
09:45	Grabinger: FEM rotierende Systeme (180)	Abshagen: Turb. Strömungsgeräusch (189)	Bork: Schwingprüfungs Pg.-messer (196)	Taşkan: Entkoppelte Massivtreppen (205)	Stober: Visualis. Musiksammlung (216)	Pfeifer: Rekonstruktion Schallquellen (225)	Genender: Akustik alternativer Antriebe (230)
10:10	Scheit: Integralverfahren Vorhersage (181)	Burgschweiger: MLFMM-Algorithmus (189)	Konle: Laser-optische Messung (197)	Schanda: Resonatoren gg. Trittschall (206)	Ihle: Extraktionsschutz Tonspuren (216)	Milz: Klimakammer (225)	Sellerbeck: NVH Hybridfahrzeuge (231)

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
					Virtuelle Akustik I	Umg.-lärmrichtlinie	Fahrzeugakustik II
14:00	Guerin: Sweep lean stator (181)	Schäfer: Unterwasserschallstreuung (190)	Henning: PIV für Aeroakustik (198)	Fichtel: Entkoppelte Massivtreppen (206)	Hohl: Radiation-pattern correlation (218)	Jost: Lärmaktionsplanung Bayern (226)	Frère: Diesel France Germany (231)
14:25	Richter: Resonatorgest. Schneidentöne (182)	Metin: Shock cavitation (190)	Werner: Erkennung Ström.-geräusche (198)	Schnelle: Trittschall KT-Wert (207)	Pollow: Directivity of instruments (218)	Jäschke: Ruhige Gebiete (226)	Papenfus: Akustik-Fahrzyklus (232)
14:50	Aeroakustik Sim. I						
	Horvat: Aeroakustik Radialventilatoren (182)	Thiemann: Vielblasensonolumineszenz (191)	Rausch: Messung Rayleighstreuung (199)	Bütikofer: Messung Gehschall (207)	Deboy: Acoustic centering maps (219)	Giering: Monetarisierung Straßenlärm (227)	Liebing: Qualität Windgeräusch (233)

Mittwoch, 17. März 2010 (Fortsetzung)

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
	FEM	Psychoakustik	Räumliche Wahrneh.	Schall-dämmung	Signalver-arbeitung	Geräusch-beurteil.	Gehör-modelle
15:15	Pause/ Poster (BEM)	Frank: Panel Training Tool (129)	Xie: Individual HRTF Differences (137)	Maysen- hölzer: Iterative Bestim- mung (145)	Klein-Hen- nig: Speech DOA estimation (154)	Schmook: Kfz-Vorbei- fahrgeräu- sche (165)	Rasumow: Phasen- gang audit. Filter (175)
15:40	Hüppe: TDBC's for acoustics (121)	Pause/ Poster	Wierstorf: Präzedenz- effekt und WFS (137)	Rohlfing: Elemente- Ansatz (146)	Franz: Windge- räuschkomp- ensation (155)	Windelberg: Schienen- bonus oder -malus? (166)	Pause/ Poster
							Maschi- nenakustik
16:05	Meiler: PML für Vibroakus- tik (121)	Großmann: Beurteilung instat. Si- gnale (129)	Seeber: Binaural cue weighting (138)	Pause	Pause/ Poster	Fiebig: Störwirkung Kreuzungs- punkte (166)	Storm: Entwickl. Maschinen- akustik (176)
16:30	Lippert: Parame- terunsicher- heiten (122)	Zhong: Errors in HpTFs (130)	Nitschmann: Binaurale Filter (138)	Guyader: Panels sound transmissi- on (146)	Zarras: Singing formants cepstrum (155)	Jung: Emotionen Innenr.- geräusche (167)	Kruk: Körper- schallübertr. Lager (177)
16:55	Thoden: Lo- kalisierung Versteifun- gen (123)	Lindau: Live vs. Reprodukti- on (130)	Kerber: Localisation in rooms (139)	Bergen: WBM for transmissi- on (147)	Geiser: Wideband Bandwidth Extens. (156)	Steffens: Wieviel Realität (168)	Ertl: Fluidgefüllte Tankstruktu- ren (178)
17:20	Fuß: Simulation Schallaus- breitung (123)	Blauert: Hörakustik- Begriffe (131)	Spors: Eye-tracking localization (140)	Dijckmans: TMM-WBM model (148)	Wang: De-noising IR Measure- ment (156)	Holube: Flugzeugka- bine audiovisu- ell (168)	Kurtze: Beschleun.- sensor- Arrays (178)
17:45	Rudnyi: FSI through MOR (124)		Koppaetzy: Perceptual audio coding (140)	Wulkau: Vergl. Schall- dämmpro- gnose (148)	Albertin: Listening Room Com- pens. (157)	Schleicher: Affective audio assess- ment (169)	
18:10			Rao: Principal Comp. Ana- lysis (141)	Meier: Wellenge- schwindig- keit (149)	Anemüller: DIRAC Pro- jekt (158)	Pause/ Poster	

	BEM (Poster)	Psychoakustik (Poster)	Lärmschutz (Poster)		Signalverarbeitung (Poster)	Geräuschbeurteil. (Poster)	Gehörmodelle (Poster)
Poster	Rieckh: Frames and Acoustic- BEM (120)	Bogusz: Orientation and Mobility (131)	Wilsdorf: Schallaus- breitung im Freien (163)	Batko: Langzeit- Mittelungs- pegel (163)	Twieg: Vehicle noise clus- tering (158)	Weber: Ska- lenurteils- vorhersage (169)	Uhlig: Psy- choakustik und fMRT (176)
Poster		Hoffmann: Ganzkör- pervibratio- nen (132)	Koh: Noise barrier im- provement (164)	Frahm: Relevanz In- dustrielärm (164)			

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
	Aeroakustik Sim. I	Ultraschall I	Ak. Messtechnik	Bauakustik I	Virtuelle Akustik I	Geräuschumgebung	Fahrzeugakustik II
15:15	Peters: Strömungsgeräusche Kamin (183)	Vokurka: Bubble Light Emission (191)	Telle: Der perfekte Sweep (200)	Scholl: Messung von Gehöräuschen (208)	Masiero: Phase reconstruction (219)	Pause	Heß: Pegelkorrektur Audiosignal (233)
15:40	Blumrich: Ausbr. Fahrzeug-aeroakustik (183)	Nowak: Cavitation streaming (192)	Dietrich: Messbox TPA (200)	Pause/Poster	Pelzer: Auralisation Raummodelle (220)	Rychtarikova: Context-Related Noise (227)	Hoge: Rechenmodell Kabinenakustik (234)
16:05	Winkler: Hinterkanten ausblasen (184)	Pause	Henze: Verifikation von Schallfeldern (201)	Naumann: Prüfergebnisse Trennwände (208)	Pause	Notbohm: Wahrnehmung ak. Umwelt (227)	Letens: Ganzh. Geräuschbewertung (234)
16:30	Geyer: Hinterkanten-schall (184)	Koch: Bubble habitat (192)	Pause	Weber: Verlustfaktor gefüllter Ziegel (209)	Schröder: Optimization Input Parameters (220)	Frommolt: Bioakustisches Monitoring (228)	Machens: Prüfung Sicherheitsgurte (235)
16:55	Giesler: Zylinder-Profil-Anordnungen (185)	Sobotta: Auswirkung Phasenmuster (192)	Gierlich: Speech in background noise (202)	Schneider: Verlustfaktorkorr. Lochsteine (209)	Annibale: Darstellung Schallfelder (221)		Altinsoy: Motorstart und Leerlauf (236)
17:20	Fritzsche: Akustische Polaren (186)	Reuter: Ultrasonic cleaning membrane (193)	Kettler: Wideband speech quality (202)	Volz: Fassadenbauteile (210)	Plessas: Rigid sphere array (221)		Rothhämel: Lärmbelastung Motorradfahrer (236)
17:45	Kameier: CFD für Strömungsakustik (186)	Müller: Verfolgung chem. Reaktionen (193)	Bethke: Halb- und Viertelräume (203)	Drechsler: Wärmedämmende Fassaden (210)	Pomberger: Conical Microphone Arrays (222)		Skoda: Auralisation Diesel (236)
18:10	Von Estorff: Pumpenströmungsgeräusche (187)	Koch: Objektive Kavit.-parameter (194)	Peter: Wand-impedanz Öffnungen (203)	Marin: Schallschutz Altbau (211)	Bernschütz: Array für Forschung (223)		Decker: Beurteilung Dieseldieselgeräusch (237)

	Lehre der Akustik (Poster)	Unterwasserakustik (Poster)	Bauakustik I (Poster)		Music Processing II (Poster)	Körperschall (Poster)	Fahrzeugakustik II (Poster)
Poster	Fingerhuth: Mess-Blackbox (114)	Will: Körper-/Wasserschall-Korr. (190)	Babuke: Vergleich Sinus/Multisinus (212)	Meister: Übertragung Rohrschel. (212)	König: Tonsignalmischung (217)	Elliott: Structure-borne Source (115)	Brosig: Oberflächenspannung (238)
Poster	Dietrich: Toolbox Messtechnik (114)		Öhler: Geräusche Handbrausen (213)	Mohr: Montage Abwassersyst. (213)			Bräuer: Evolutionary sound design (238)
Poster			Schramm: Stoßstellen im Holzbau (214)				

Donnerstag, 18. März 2010

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
	Schwing-technik	Robuste Spracherk.	Multimod. Interaktion	Raumakustik	Technische Akustik	Lärm am Arb.-platz	Blasinstr. und Orgel II
08:30	Högg: Unsicherheit Erschütterungen (239)	Leutnant: Acoustic Model ASR (244)	Wechsung: Multimodale Systeme (252)	Liegl: Akustik Synagoge (260)	De Bree: Sensor Outdoor Monitoring (267)	Arendt: Umgebungskorrektur (276)	
08:55	Lohrensch: Vibroakustischer Teststand (239)	Kitzig: Energieverläufe Teilbänder (245)	Lötzsch: Interaktive 3D-AVT-Modelle (253)	Gerstbrein: Simulierte Nachhallzeiten (261)	Merkel: Virtuelle Mikrofone (268)	Feneberg: Geräuschklassen IT-Geräte (276)	Angster: Klang Lippenorgelpfeifen (284)
	ANC/AVC						
09:20	Kletschkowski: Noise Control Strategies (240)	Moritz: Amplitudenmodul.-spektrogramm (245)	Hufenbach: Hochwertige Bedienelemente (254)	Behrens: Raumakustik DT Berlin (261)	Konkel: Übertrag.-funktion Gehäuse (268)	Maue: Belastung Hubschrauberpilot (277)	Carral: Gold vs. Silver (284)
09:45	Hövelmann: Flugzeugmock-up (240)	Heckmann: Spectrotemporal Features (246)	Treiber: Akustik Bedienelemente (254)	Fischer: Wohnzimmer-Design (262)	Bergmann: Zahnarztbohrer (269)	Paulsen: Berufstauscher (278)	Grothe: Intonation Fagott (285)
10:10	Jukkert: Breitbandige Schallreduktion (241)	Polzehl: Robust Emotion Detection (247)	Rath: Klangfeedback Sliding-Wheel (255)	Meier: Stoffe für Raumakustik (262)	Koreck: Nadelanschlag Hydraulikventil (269)	Neumann: Lärmschutz Orchester (278)	Ziegenhals: Vuvuzela (285)

11:00 Atze-Th. / Beuth-Saal: **Plenarvortrag S. Goossens: „Simulation und Auralisierung kleiner Räume“ (34)**

11:45 Atze-Th. / Beuth-Saal: **Plenarvortrag B. Seeber (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises): „Binaurales Hören mit Cochlea-Implantaten“ (35)**

12:30 **Mittagspause**

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
		Sprachverarbeitung			Numerisch. Akustik		Musikalische Ak.
14:00	Lehmann: Breitbandige Lärmreduktion (242)	Warzybok: Speech perception (247)	Stamm: Frequenzwahrnehmung (255)	Lorenz: Kierakiewitz: Lautsprecher Impulsantw. (263)	Peiffer: Hybrid FEM/SEA Flugzeuge (270)	Wahler: Prognose Arbeitnehmerschutz (279)	Fleischer: Cello-Schwingung (286)
14:25	Hoffmeister: Adapt. Spannvorrichtung (242)	Rennies: Binaurale Sprachverständl. (248)	Altinsoy: Frequenzwahrnehmung (256)	Teuber: Schul-Sanierung (263)	Kleinhenrich: FDTD/FEM Grenzübergänge (271)	Waldmann: Schmalbandzuschlag (280)	Mayer: Hammered Dulcimer Acous. (286)
14:50	Wimmel: Schallreduktion Abgasanlagen (243)	Zickmantel: Schallmask. Open-Space (248)	Merchel: Audio-Taktile Wahrnehmung (257)	Kirchner: Klassenraumakustik Berlin (264)	Sprenger: Reflexion Zylinderstrukturen (271)	Telsnig: Schalldämmung Gehörschutz (280)	Schiema: Akustik der Pipa (287)

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
	Aeroakustik Sim. II	Ultra-schall II	Elektro-akustik	Bauakustik II	Virtuelle Akustik II	Fluglärmg-gesetz	Reifen-Fahrbahn
08:30	Brücker: Glottal Jet Instabilities (292)		Hillenbrand: Elektret-Beschleu.-aufnehmer (304)	Saß: Fugen-schalldäm-mung (311)	Aretz: Small Room Simu-lations (318)	Vogelsang: Bereiche Fluglärmg-esetz (326)	Nacken-horst: Simulation Rollgeräu-sche (334)
08:55	Koh: Airframe Noise Con-trol (292)	Prager: Anregung von Platten-wellen (298)	Richter: 'Hörschwel-le' von Mikrofonen (304)	Weber: Optimierte Deckenauf-lagen (311)	Völk: BRS-Verifizierung (318)	Bartel: Überw. Lärmschutz-bereiche (327)	Biermann: akustisches FE-Reifen-modell (335)
09:20	Lemke: Einblasung Axialventila-tor (293)	Kitze: SAFT mit Grup-penstrahler (299)	Leckschat: Bändchen-mikrofon Übertrager (305)	Dolezal: Einfluss Be-festigungs-mittel (312)	Estrella Cazuriaga: Indiv. Binauralsyn-these (319)	Krebs: Radardaten für AzB (328)	De Klerk: OTPA on Tire (335)
09:45	Busse: Zellinterakti-on Dämpfer (294)	Jenderka: HITU-Wandler (299)	Krump: Pegel Abspielge-räte (305)	Rabold: Prognose leichte Trennwän-de (312)	Schöffler: Freq.-gang-Individuali-sie-rung (320)	Isermann: DIN 45689 und AzB (328)	Herget: Reifen-Torusmode (336)
10:10	Fischer: Schnelle-messung mit DGV (294)	Haller: Fa-seroptischer HITU-Sensor (300)	Haut: Wind-geräusche an Kopfhö-rern (306)	Huckemann: Glasdoppel-fassaden (313)	Brinkmann: Kopfhörer-kompensati-on (320)	Maschke: Gekippte Fenster (329)	Saemann: Reifenroll-geräusch (336)

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
14:00	Spehr: Validierung von CFD/ CAA (295)	Eisenmen-ger: Hydro-phile Kavita-tionskeime (300)	Rotter: Kompen-sierte Hochtöner (306)	Moll: Luft-schallschutz Wohnungen (313)	Kosanke: Nachhall in Binauralsyn-these (321)	Schenk: Triebwerks-probeläufe (329)	Lorenzen: Horn-Effekt (337)
14:25	Koop: Microphone array meas. (296)	Gaal: Luftultra-schall-Sensoren (301)	Sukalo: DPP-Drive Loudspea-ker (307)	Schmelzer: SEA-System-identifikation PIM (314)	Wefers: Open-DAF (321)	Myck: Hubschrau-ber-Flugver-fahren (330)	Arbter: Le-benszyklus Fahrbahn-beläge (337)
14:50	Ahlefeldt: Kryogener Windkanal (296)	Pause/ Poster	Goertz: Lautspre-cher-Simulation (307)	Koehler: Akustik von Membran-kissen (314)	Batke: Robust Spatial Pan-ning (322)	Schmid: Fluglärmmi-mission ACARE (331)	Balmer: Belagsgüte National-strassen (338)

Donnerstag, 18. März 2010 (Fortsetzung)

	Atze-Th.	B 501	B 554	Beuth-Saal	C 20	C 24	C 113
	ANC/AVC	Sprachverarbeitung	Multimod. Interaktion	Raumakustik	Numerisch. Akustik	Lärm am Arb.-platz	Musikalische Ak.
15:15	Naor: Robust ANC (244)	Enzinger: Formant Trajectory Repres. (249)	Menzel: Farbpräferenz und Lautheit (257)	Völker : Akustik in Schulklassen (264)	Anderssohn: Admittanzbestimmung in 3D (272)	Pause/ Poster	Krämer: Schallleistung Streichinstrument. (287)
15:40		Harwardt: Autom. Sprecherverifikation (249)	Dittrich: Handprothesen Vibroakustik (258)	Diver: Sprachverständl.- minderung (265)	Weber: Inverse Schallquellenorientierung (272)	Sickert: Gehörschutz-Kombinationen (281)	Pause/ Poster
16:05		Nicoletti: Auditory Nerve Model (250)	Getzmann: Bewegungshören (258)	Pause/ Poster	Irmscher: Inverse FE-Methode (273)	Dantscher: Gehörschutz Signalhörbarkeit (282)	Detzner: Schallleistung Blasinstrument. (288)
16:30		Wältermann: Super-Wideband E- Modell (251)	Widmann: Modulation sound processing (259)		Teuma Tsafack: Aktive Lärmkompensation (274)		Park: Formantenbereich (288)
16:55		Arweiler: Early reflection benefit (251)	Szyck: Sprache fMRT audio-visuell (260)		Wenterodt: Iteratives gitterfreies Verfahren (274)		Bendl: Singstimme (289)

	Technische Akustik (Poster)	Sprachverarbeitung (Poster)		Raumakustik (Poster)	Numerisch. Akustik (Poster)	Lärm am Arb.-platz (Poster)	Musikalische Ak. (Poster)
Poster	Grohmann: Seitenkanal- gebläse (270)	Bauer: Speech Synthesis Evaluation (252)		Silzle: Listening- Test Room (266)	Bschorr: Strahlungsdruck (275)	Berger: Absorber im Hygienebereich (282)	Kappel: Piano Vibration Meas. (290)
Poster				Haltenorth: Großraumbüros (266)	Bendjoudi: Hybrid Software NDE (275)	Borges Leao: Sound masking of office rooms (283)	Malhotra: Nasality in Sounds (290)
Poster				Buchschmid: Room Acoustical Simulations (267)			Ohno: Eingangsimpedanz Fagott (291)
Poster							Klonari: Identification instruments (291)

17:00 Uhr: **Mitgliederversammlung des ALD** im Raum Bauwesen H3, s. Seite 2317:30 Uhr: **Abschlussveranstaltung im Beuth-Saal**

	C 116	C 212	C 215	H1	H2	H3	H5
	Aeroakus- tik Sim. II	Ultra- schall II	Elektro- akustik	Bauakus- tik II	Virtuelle Akustik II	Fluglärm- gesetz	Reifen- Fahrbahn
15:15	Funke: Inverse Schallqu.- analyse (297)		Makarski: Linearphasi- ge Filter (308)	Seidler: Audiome- trieräume (315)	Favrot: Nearby sound sources (323)	Pause/ Poster	Pause
15:40	Siller: Schallquel- len Überflug (297)		Schmitz: Kirchenbe- schallung (308)	Ruff: Schall- übertragung Heizung (315)	Völk: Distanz in WFS (323)	Binder: Me- teorologie und Fluglärm (332)	Männel: Techn. Be- merkungen CPX (339)
16:05			Leonhardt: Kenngrößen Lasermes- sung (309)	Späh: Aktive Körper- schalliso- lation (316)	Ahrens: Delays in WFS (324)	Hemmer: Flugz.- geräusch- identifikation (332)	Becken- bauer: Reifen und Fahrbahn- beläge (339)
16:30			Rückert: Autom. Lautspre- cherdiagno- se (309)	Lievens: Körper- schall in Gebäu- den (317)	Völk: Virtuelle Wellenfeld- synthese se (324)	Saueressig: Fluglärm- simul.- werkzeuge (333)	Brandstätt: Labor für Fahr- zeugakus- tik (340)
16:55			Shabalina: Bass Directivity Control (310)	Höller: Kör- perschall in Gebäuden (317)	Raake: Räumliche Audiokonfe- renzen (325)		

		Ultra- schall II (Poster)	Elektro- akustik (Poster)		Virtuelle Akustik II (Poster)	Fluglärm- gesetz (Poster)	
Poster		Schröder: Interface- schaltung Wandler (301)	Domke: Digitale Signalv. Mikrofone (310)		Ihle: Environm. Noise Syn- thesis (325)	Carius: Fluglärm- auswer- tung (334)	
Poster		Bause: Mode- Tracing Algorith- mus (302)			Weinzierl: Akustik Gewand- haus (326)		
Poster		Windisch: Laser-akus- tischer Ultra- schall (303)					

Grußwort der Tagungsleitung

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer
an der DAGA 2010 in Berlin,

hiermit möchten wir Sie ganz herzlich zur diesjährigen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik bei uns in Berlin willkommen heißen. Wir freuen uns auch persönlich sehr über Ihr Interesse an diesem Fachkongress, das sich unter anderem auch in einer großen Teilnehmerzahl ausdrückt.

Wir sind froh, dass wir die Steine, die uns anfangs bei der Planung dieser DAGA den Weg erschwert hatten, beiseite räumen konnten und nun ein wohlgeordneter und fruchtbarer Tagungsverlauf gewährleistet ist. Nachdem neue Umbauabsichten den ursprünglich beabsichtigten Tagungsort leider unkalkulierbar gemacht hatten, war die Erleichterung groß, als sich die Beuth Hochschule für Technik Berlin in außerordentlich kollegialer und freundlicher Weise bereit fand, die DAGA in ihren Räumen stattfinden zu lassen und sich als Mitveranstalterin zu beteiligen. Wir sind noch immer regelrecht begeistert über die uns von Anbeginn der Zusammenarbeit an auf allen Ebenen entgegengebrachte Kooperation, Unterstützung und Übernahme von eigener Verantwortung. Unser besonderer Dank dafür gilt der Hochschul-Leitung, namentlich dem Präsidenten, Herrn Thümer, und dem Vizepräsidenten der Beuth Hochschule, Herrn Strauch. Ohne ihre unbürokratische und uneigennützige Unterstützung hätte unsere DAGA diesmal unter einem hohen Planungs-Risiko gestanden.

Das Organisations-Team der Akustik-Abteilungen der Technischen Universität Berlin und der Beuth Hochschule Berlin, namentlich Judith Koka-vecz, Haike Brick, Joachim Feldmann und Ralf Burgschweiger, hat Großartiges geleistet; unseren herzlichsten Dank dafür.

Und Ihnen, meine Damen und Herren, ein ebenso herzlicher Dank für Ihre Beiträge und Ihr Engagement, unsere DAGA zu einem großen Event zu machen und sie durch Ihre Beiträge in Wort und Bild überhaupt erst inhaltlich zu gestalten. Wir freuen uns mit Ihnen auf interessante, lehrreiche und inspirierende Akustik-Tage in Berlin, die in 3 Vorkolloquien, 6 Plenarvorträgen und 14 Parallelsitzungen gestaltet werden.

Mit den besten Wünschen

Michael Möser
Brigitte Schulte-Fortkamp
Martin Ochmann
Björn Petersson

Hinweise zur Tagung

Die

36. Deutsche Jahrestagung für Akustik – DAGA 2010

findet vom

15. bis 18. März 2010

in **Berlin** statt.

Veranstaltungsort ist die Beuth Hochschule für Technik Berlin - University of Applied Sciences, Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin (siehe S. 350). Die Tagungssprache ist Deutsch, aber selbstverständlich sind Beiträge auch in englischer Sprache zugelassen.

Veranstalter

- Technische Universität Berlin,
Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik
- Beuth Hochschule für Technik Berlin - University of Applied Sciences
- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)

unter Mitwirkung von

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

Wissenschaftliche Tagungsleitung

- Michael Möser⁽¹⁾
- Brigitte Schulte-Fortkamp⁽¹⁾
- Martin Ochmann⁽²⁾
- Björn Petersson⁽¹⁾

⁽¹⁾ Technische Universität Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik

⁽²⁾ Beuth Hochschule für Technik Berlin

Tagungsorganisation

Judith Kokavec

Technische Universität Berlin

Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik

Einsteinufer 25, 10587 Berlin

info2010@daga-tagung.de

Wissenschaftlicher Beirat

- Wolfgang Ahnert
- Lars Enghardt
- Joachim Feldmann
- Matthias Hintzsche
- André Jakob
- Bernd Kunzmann
- Sebastian Möller
- Edelbert Schaffert
- Frank Thiele
- Stefan Weinzierl

Fachgebiete

Aktive akustische Systeme, Akustische Messtechnik, Audiologische Akustik, Audiotechnik, Bauakustik, Bioakustik, Elektroakustik, Fahrzeugakustik, Geräuschbeurteilung, Hydroakustik, Körperschall, Lärmbreitung, 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 15. März 2010 finden drei Vorkolloquien zu folgenden Themen statt:

- **Aktive Beeinflussung von Schwingungen und Geräuschen**
(organisiert von André Jakob und Michael Möser, siehe S. 36)
- **Soundscape and Community Noise**
(organisiert von Brigitte Schulte-Fortkamp, siehe S. 42)
- **Körperschall - neue Methoden und physikalische Ergebnisse / Structure-borne sound - Novel methods and physical findings**
(organisiert von Björn Petersson, siehe S. 46)

Eröffnung im Konzerthaus

Die DAGA 2010 wird im Konzerthaus Berlin am Gendarmenmarkt eröffnet (10117 Berlin, Lageplan: s. Seite 349). Neben der Philharmonie zählt das Konzerthaus zu den wichtigsten Konzertsälen in Berlin.

Die Eröffnung beginnt am Dienstag, den 16. März 2010 um 9:00 Uhr und umfasst Grußworte und Musik.

Es folgen die Preisverleihungen; hierzu finden Sie auf den Seiten 30-32 ausführliche Informationen.

Nach der Eröffnung werden ab 11:00 Uhr zwei Plenarvorträge gehalten (s. Seite 32).

Plenarvorträge

Im Rahmen der DAGA 2010 finden sechs Übersichtsvorträge zu aktuellen Themen der Akustik statt:

- Tadeus Nawka: „Hören auf die Stimme - Beurteilung der gestörten Stimmfunktion und Behandlungsmöglichkeiten aus ärztlicher Sicht“ (S. 32)
- Hugo Fastl (Empfänger der Helmholtz-Medaille): „Praktische Anwendungen der Psychoakustik“ (S. 33)
- Wolfgang Kropp: „Modellbildung zur Rollgeräuschminderung - eine unendliche Geschichte?“ (S. 33)
- Klaus Genuit: „Quo vadis Psychoakustik? Potential und Limitation einer Disziplin zwischen den Disziplinen“ (S. 34)
- Sebastian Goossens: „Simulation und Auralisierung kleiner Räume“ (S. 34)
- Bernhard Seeber (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises): „Binaurales Hören mit Cochlea-Implantaten“ (S. 35)

Strukturierte Sitzungen

- Adaptronische Ansätze zur Lärm- und Schwingungsminderung (Joachim Bös), S. 149
- Aeroakustik in Versuch und Simulation (Ennes Sarradj), S. 182 / 292
- Akustik alternativer Antriebe (Hybrid/Elektro) (Klaus Genuit), S. 229
- Auditorisch-visuelle Sprache - Wahrnehmung, Analyse und Synthese (Hans-Heinrich Bothe), S. 67
- Blasinstrumenten- und Orgelakustik (Timo Grothe), S. 83 / 284
- Boundary-Element-Methode (BEM) in der Akustik: Entwicklung und Anwendungen (Haike Brick, Michael Stütz), S. 116
- Finite-Elemente-Methoden (FEM) in der Akustik (Steffen Marburg), S. 121
- Fluglärmgesetz (Thomas Myck), S. 326
- Gehörmodelle (Roland Sottek), S. 171
- Geschichte der Akustik (Peter Költzsch), S. 75
- Lärm am Arbeitsplatz (Reimer Paulsen), S. 276
- Luftschallmessung, Schallquellenortung und -visualisierung (André Gerlach), S. 223
- Maschinenakustik (Lothar Kurtze, Rainer Storm), S. 176
- Methoden zur Berechnung der Schalldämmung (Waldemar Maysenhölder, Rafael Piscoya), S. 144
- Multimodale Interaktion: Auditiv-taktil-visuell (Ercan Altinsoy), S. 252
- Multimodale Qualität (Sebastian Möller, Alexander Raake), S. 132
- Music Processing (Michael Clausen, Armin Kohlrausch, Frank Kurth, Meinard Müller, Björn Schuller), S. 70 / 214
- Physikalische Modelle und numerische Methoden in der Aeroakustik (Stefan Becker, Manfred Kaltenbacher), S. 78 / 179

- Raumakustik - Simulation und Evaluation (Michael Vorländer, Stefan Weinzierl), S. 62 / 141
- Reifen-Fahrbahn-Geräusche (Martin Helfer), S. 334
- Robuste Spracherkennung (Martin Heckmann, Dorothea Kolossa), S. 244
- Soundscape - Contributions to Standardization (Peter Lercher, Brigitte Schulte-Fortkamp), S. 56
- Sprache im Kraftfahrzeug (Hans-Wilhelm Gierlich, Gudrun Klasmeyer), S. 92
- Stimmphysiologie (Michael Döllinger, Malte Kob), S. 57
- Umgebungslärm-Richtlinie (Matthias Hintzsche), S. 226
- Unterwasserakustik (Jan Abshagen, Ralf Burgschweiger, Ingo Schäfer), S. 187
- Virtuelle Akustik (Sascha Spors, Stefan Weinzierl), S. 218 / 318

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 Vortragssaals)

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 XP, 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 info2010@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. Vireninfiizierte 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 Haus Grashof in der Nähe des Tagungsbüros präsentiert und wie die Vorträge nach thematischen Zusammenhängen gruppiert. Sie bleiben einen Tag hängen und sind in der tabellarischen Übersicht am Mittwoch (siehe Seite 10) und am Donnerstag (siehe Seite 14) integriert. Im Tagungsband wird einer Poster-Präsentation der gleiche Umfang eingeräumt wie einem mündlichen Beitrag. Jeder Vortragssitzung wird ein Zeitblock zugewiesen, in dem die jeweiligen Autoren zu ihren Postern Fragen beantworten.

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 1.11.2009 abgelaufen ist. Wie in den letzten Jahren besteht aber wieder die Möglichkeit, ein „Late Poster“ anzumelden, und zwar bis zum 20. Februar 2010. Dies beinhaltet - wie für Vorträge und Poster auch - einen zweiseitigen Beitrag im Tagungsband. Die Anmeldung und Koordination läuft per E-Mail über info2010@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/2010>

vor oder während der Konferenz bis **spätestens zum 18. März 2010** 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 $\text{\LaTeX}$ stehen auf der Webseite <http://www.daga-tagung.de/2010> unter „Autoren → Hinweise zum Manuskript“ zur Verfügung. Für Benutzer von Microsoft Word und $\text{\LaTeX}$ können die entsprechenden Files 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 2010 im Tagungsbüro abgeben. Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM im Frühjahr 2010 an die Tagungsteilnehmer versendet. Eine CD pro Tagungsteilnehmer ist in der Tagungsgebühr enthalten (siehe Seite 27).

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 16. bis zum 18. März 2010 in den Foyer-Bereichen der Beuth Hochschule für Technik in unmittelbarer Nähe zu den Hörsälen statt.

Wenn Sie als Firma daran teilnehmen möchten, wenden Sie sich bitte bis zum 1. Februar 2010 an die Ausstellungsorganisation:

Thorsten Knoll

TU Berlin Servicegesellschaft mbH

knoll@tu-servicegmbh.de

Tel. +49 (0)30 / 44 72 02 55

Nähere Informationen, Lagepläne und Anmeldeformulare stehen unter www.daga-tagung.de/2010/ausstellung zur Verfügung.

Bis zum 31.12.2009 haben sich folgende Firmen zur tagungsbegleitenden Ausstellung angemeldet:

- BASF SE
- Braunstein + Berndt GmbH
- BSW (Berleburger Schaumstoffwerk) GmbH
- CA Software und Systems GmbH
- CADFEM GmbH
- DataKustik GmbH
- deBAKOM GmbH
- ESI Audiotechnik GmbH
- G.R.A.S. Tippkemper GmbH
- HEAD acoustics GmbH
- IAC Industrial Acoustics Company GmbH
- Knauf AMF GmbH & Co KG
- Microflown Technologies BV
- Müller-BBM GmbH
- Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH
- Norsonic-Tippkemper GmbH
- Novicos GmbH
- Odeon A/S
- Polytec GmbH
- Schalltechnik Süd & Nord GmbH
- SilenceSolutions GmbH

- Sinus Messtechnik GmbH
- Soundtec GmbH
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH

Produkt-Forum

Wie schon im letzten Jahr wird wieder ein Produkt-Forum angeboten. Um eine möglichst große Zuhörerschaft zu erreichen, findet es vor den Vorträgen am Dienstag, den 16. März 2010 um 14:00 Uhr im Beuth-Saal statt.

In einer jeweils zweiminütigen 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 20. Februar 2010 mit Angabe des Sprechers (Vor- und Zuname) per E-Mail (info2010@daga-tagung.de) bei der Tagungsorganisation anzumelden.

Stellenanzeigen

Am Tagungsort bzw. in der Beuth Hochschule 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 15. März 2010, findet um 17:00 Uhr die DEGA-Mitgliederversammlung im Beuth-Saal 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 367; die zugehörigen Einladungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr bekannt gegeben.

Mitgliederversammlung des ALD

Am Donnerstag, den 18. März 2010, findet um 17:00 Uhr die Mitgliederversammlung des Arbeitsrings Lärm der DEGA (ALD) im Saal Bauwesen H3 statt. Die Einladung mit Tagesordnung wird im nächsten DEGA-Sprachrohr veröffentlicht.

DEGA-Studierenden- und Promovierenden-Treffen

Mit diesem Treffen wird den teilnehmenden StudentInnen und PromovendInnen ein Forum zum Kennenlernen und Austauschen geboten. Nach einem kurzen Überblick über die aktuellen Aktivitäten der Studierenden in der DEGA, der EAA und der ASA (Acoustical Society of America) besteht die Möglichkeit, in informeller Atmosphäre mit Forscherinnen

und Forschern und Vertretern aus dem Industrie- und Ingenieurbereich zu diskutieren und sich über Perspektiven in den verschiedenen Bereichen zu informieren. Das Treffen findet am Dienstag, den 16. März 2010, ab 13:15 Uhr im Raum Grashof C 116 statt.

Abendveranstaltungen

In diesem Jahr haben sie die Möglichkeit, an folgenden Abendveranstaltungen teilzunehmen:

Dienstag, 16. März 2010, Empfang

Am Dienstagabend von 18:30 - 19:30 Uhr lädt der Präsident der Beuth Hochschule, Reinhard Thümer, zum Ausklang des ersten Kongress-tages die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der DAGA 2010 zu einem geselligen Beisammensein mit Brezeln und Getränken im Haus Bauwesen ein.

Mittwoch, 17. März 2010, Geselliger Abend

Auch bei der DAGA 2010 wird es einen geselligen Abend geben. Dieser findet am Mittwoch in der Mensa der Technischen Universität Berlin, Hardenbergstraße 34, 10623 Berlin, ab 19:30 Uhr statt (siehe S. 356). Die DAGA-Allstar-Band wird diesen Abend in gewohnter Weise mit einer Jam-Session musikalisch untermalen.

Sie können um 19:00 Uhr den kostenlosen Bustransfer von der Beuth Hochschule zur Technischen Universität nutzen (oder mit der U-Bahn zur Mensa fahren: Hierzu fahren Sie von der Amrumer Str. mit der U9 Richtung Rathaus Steglitz bis zum Zoologischen Garten und steigen dort in die U2 Richtung Ruhleben um. Nach einer Station erreichen sie den Ernst-Reuter-Platz, der in der Nähe der Technischen Universität liegt. Benutzen sie bitte den Ausgang *Hardenbergstraße*).

Auf S. 356 finden sie einen Übersichtsplan der TU Berlin.

Exkursionen

Im Rahmen der DAGA werden zusätzlich am Dienstagabend zwei interessante Exkursionen angeboten. Die Teilnahme ist kostenfrei; eine Anmeldung ist nicht erforderlich. Sie haben die Möglichkeit, entweder die Wellenfeldsynthese-Installation an der Technischen Universität Berlin zu besichtigen oder die Raumakustik der Jesus-Christus-Kirche Berlin zu erleben.

Exkursion 1: Raum-Akustik mal ganz anders

- *funktional* ohne raumakustische Planung und ELA
- *ideal* für Sprache und Musik
- *optimal* für Darbietung und Aufnahme

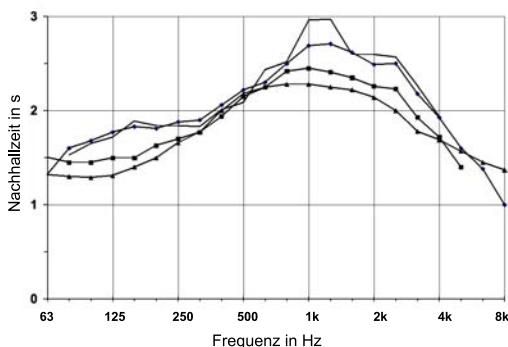
Die DAGA-Teilnehmer können in der **Jesus-Christus-Kirche**

am Dienstag, den 16. März 2010 um 20:00 Uhr

ein 1931 – durch einen glücklichen Zufall – geschaffenes Muster für herausragend gute Akustik erleben. In einer ungewöhnlichen Veranstaltung (umseitig) demonstrieren die Künstler

- Ulrich Eckhardt (an Steinway-Flügel und Hammer-Orgel)
- Max Simon (Violine)
- Gerd Wameling, Professor für Schauspiel, UdK Berlin

die besonderen akustischen Eigenschaften dieses ca. 8000 m³ großen Raumes mit einer Nachhallzeit von ca. 2,5 s, in dem unzählige Aufnahmen berühmter Orchester und Solisten entstanden sind. Anschließend: Diskussion mit den Vortragenden und den DAGA-Referenten (Burkowitz und Fuchs, S. 66).



Nachhallzeit (bei unterschiedlicher Belegung) in der Jesus-Christus-Kirche

Darbietungen zur Demonstration der Raumakustik in der Jesus-Christus-Kirche in Berlin-Dahlem:

- Johann Sebastian Bach (1685-1750)
Italienisches Konzert BWV 971
Partita d-Moll BWV 1004 für Solo-Violine
Allemanda - Corrente
- Juan Cabanilles (1644-1712)
Tiento „Ave Maris Stella“ (um 1700)
- Jean Paul (1763-1825)
Lesung aus dem Roman „Siebenkäs“ (1796/97)
Erstes Blumenstück - Rede des toten Christus „, dass kein Gott sei
- Eugène Ysaye (1858-1931)
Sonate op. 27 No. 5 „Lauroré“ (1924) - Lento assai

- Olivier Messiaen (1908-1992)
Le Banquet Céleste (1926)
- Ervin Schulhoff (1894-1942)
Sonate für Solo-Violine (1927)
Allegro con fuoco - Andante cantabile - Scherzo/Allegretto grazioso -
Finale/Allegro risoluto
- Franz Liszt (1811-1886)
Orgelmesse (1879)
- Johann Sebastian Bach
Fantasie und Fuge c-Moll BWV 537

Anfahrt:

Um rechtzeitig vor Ort (Faradayweg / Ecke Hittorfstraße) zu sein, wird folgende Zufahrt empfohlen:

- U 9 Richtung Rathaus Steglitz von Amrumer Straße vor 19:15 Uhr
- Umsteigen in die U3 Richtung Krumme Lanke in Spichernstraße
- Ausstieg Thielplatz (von dort ca. 100 m Fußweg zur Kirche)

Exkursion 2: Den Kölner Dom in Berlin hören

Im Juli 2008 wurde erstmals versucht, das Schallfeld einer musikalischen Aufführung aufzunehmen, per Netzwerk zu übertragen und durch Wellenfeldsynthese in Echtzeit zu rekonstruieren. Erleben Sie einen Ausschnitt dieser Live-Resynthese eines Orgelkonzerts aus dem Kölner Dom, bei der das Werk

„Livre du Saint Sacrement“ (1985) von Olivier Messiaen

in die TU Berlin übertragen wurde, wo sich im Wellenfeld H 104 die derzeit größte WFS-Installation mit 832 Kanälen und 2700 Lautsprechern befindet.

Stefan Weinzierl vom Fachgebiet Audiokommunikation der TU Berlin wird eine kurze Einführung in die Übertragungstechnik, das Wiedergabesystem und das Werk geben, das in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für digitale Medientechnologie (IDMT) und der Robert-Schumann-Hochschule Düsseldorf aufgezeichnet und übertragen wurde. Im Anschluss hören Sie einen etwa 40-minütigen Ausschnitt der Konzertaufzeichnung, mit dem Organisten Winfried Böning an den Organen des Kölner Doms. Das Programm beginnt am

Dienstag, den 16. März 2010 um 20:30 Uhr im Raum H 104

im Hauptgebäude der Technischen Universität Berlin.

Anfahrt:

Von der Beuth Hochschule (U-Bhf. Amrumer Str.) fahren sie mit der U9 Richtung Rathaus Steglitz bis zum Zoologischen Garten und steigen dort in die U2 Richtung Ruhleben um. Nach einer Station erreichen sie den U-Bhf. Ernst-Reuter-Platz, der direkt an der Technischen Universität liegt. Nutzen sie bitte den Ausgang *Straße des 17. Juni, TU Berlin*. Der entsprechende Übersichtsplan befindet sich auf S. 356.

Anmeldung zur Teilnahme an der Tagung

Die Anmeldung zur Teilnahme soll vorzugsweise im Internet unter

<http://www.daga-tagung.de/2010>

(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 368 verwenden.

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 2010

(d): Gebühr ab dem 1. Februar 2010

(e): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA im Jahr 2010

(f): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft als Studierende(r) in der DEGA im Jahr 2010

Das *Paketangebot* für Nicht DEGA-Mitglieder umfasst neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklusive des Mitgliedsbeitrags für das Jahr 2010. Es ist aufgrund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. Nach Ablauf des Jahres 2010 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.

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 10

(IBAN: DE44 2802 0050 1083 7201 10, 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 2010. 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 50,- € und für das Buch 100,- € (jeweils zuzügl. MwSt und Porto).

Zimmerreservierung

Die Beuth Hochschule ist von vielen Hotels in der City-West und der City-Ost gut mit der U-Bahn zu erreichen. In einigen dieser Hotels wurden Zimmerkontingente reserviert; nähere Informationen zu den Hotels und Buchungsmöglichkeiten finden Sie im Internet unter

<http://www.daga-tagung.de/2010/hotels-und-tourismus>

Hinweise zur Gastronomie

Während der Tagung besteht die Möglichkeit, in der Mensa der Beuth Hochschule Mittag zu essen. Die Mensa hat von 11:15 bis 14:15 Uhr geöffnet und befindet sich im Haus Bauwesen (siehe Campusplan auf S. 350).

Die Cafeteria, die sich auch im Haus Bauwesen befindet, bietet kleine Snacks und belegte Brötchen an. Sie ist von 7:30 bis 16:45 Uhr geöffnet. In unmittelbarer Nähe zur Beuth Hochschule befindet sich der so genannte Sprengelkiez (weitere Informationen finden sie unter <http://sprengelkiez.info/>). Dort findet man viele Cafés, Restaurants und Imbisse, die bereits Mittags geöffnet haben und Essen anbieten.

Stadtinformation, Veranstaltungskalender

Die einfachste und oft auch schnellste Art in Berlin unterwegs zu sein, bietet der öffentliche Personen-Nahverkehr (BVG und S-Bahn).

- Hierbei empfehlen wir die *Berlin WelcomeCard 2010*, mit der Sie für fünf Tage für 29,90 € in Berlin unterwegs sein können und bei zahlreichen Attraktionen Ermäßigungen bis zu 50% bekommen. Ob Sie vom Hotel zur Beuth Hochschule, zum Konzerthaus am Gendarmenmarkt oder einer der zahlreichen Attraktionen fahren – einen Fahrschein haben Sie dann schon. Die *Berlin WelcomeCard 2010* bekommen sie an den Berliner Flughäfen, am Hauptbahnhof und einigen weiteren Verkaufsstellen. Oder bestellen Sie sie vorab unter <http://www.berlin-welcomecard.de>; so haben Sie bei Ihrer Ankunft in Berlin sofort die Möglichkeit, das Nahverkehrssystem zu nutzen.
- Für Teilnehmer, die weniger als fünf Tage in Berlin verbringen, lohnt sich jeweils eine Tageskarte für den Tarifbereich AB (6,10 €); diese ist an allen Verkaufsstellen und Automaten erhältlich.

Weitere Informationen zu Berlin und seinen Attraktionen erhält man unter <http://www.visit-berlin.de> oder +49 (0)30 - 25 00 25 und auf der offiziellen Berlin-Seite im Internet unter <http://www.berlin.de/tourismus>. Informationen zum Öffentlichen Personen-Nahverkehr (ÖPNV) gibt es bei den Berliner Verkehrsbetrieben unter www.bvg.de.

Neben diesen offiziellen Informationsmöglichkeiten gibt es auf der Tagungswebseite unter <http://www.daga-tagung.de/2010/eventkalender> einen Veranstaltungskalender, in dem über ausgewählte Veranstaltungen, die in der Tagungswoche stattfinden, informiert wird.

Wichtige Termine zur DAGA 2010

- *31. Januar 2010*: Letzter Termin für die Anmeldung mit den günstigeren („frühen“) Teilnahmegebühren
- *15. März 2010*: Vorkolloquien, DEGA-Mitgliederversammlung
- *15.-18. März 2010*: DAGA 2010-Tagung
- *18. März 2010*: Letzter Termin für die Abgabe der Tagungsbeiträge (siehe S. 21)
- *Frühjahr/Sommer 2010*: Versand der CD-ROM sowie der geordneten (kostenpflichtigen) gedruckten Tagungsbände

Preise der DEGA

Helmholtz-Medaille für Professor Hugo Fastl

Die Helmholtz-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Akustik wird für das Jahr 2010 im Rahmen der DAGA-Tagung in Berlin an Prof. Dr.-Ing. Hugo Fastl verliehen. Herr Fastl erhält die Medaille als Anerkennung für seine herausragenden und vielfältigen Beiträge in Forschung und Lehre, insbesondere zur Hörakustik und deren Anwendung in der Praxis.

Nach Eberhard Zwicker (1991) und Ernst Terhardt (2006) ist Hugo Fastl der dritte Vertreter der „Münchner Schule der Psychoakustik“, dem die Deutsche Gesellschaft für Akustik ihre Auszeichnung für ein herausragendes Lebenswerk in der Akustik verleiht.

Hugo Fastl hat seine Diplomarbeit, seine Doktorarbeit und seine Habilitationsschrift am Institut für Elektroakustik der TU München angefertigt und ist seit 1991 Professor für Technische Akustik am dortigen Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation. Er hält Vorlesungen über Audio-kommunikation, Audiologie, Psychoakustik und Musikalische Akustik. Zusammen mit seinem Lehrer Eberhard Zwicker hat er das Lehrbuch „Psychoacoustics - Facts and Models“ verfasst, ein Standardwerk, das zuletzt 2007 in der dritten erweiterten Auflage erschienen ist.

Hugo Fastl ist aber nicht nur erfolgreicher akademischer Lehrer, dessen zahlreiche Schüler inzwischen in Industrie, Forschungseinrichtungen oder an Hochschulen tätig sind, sondern auch Autor oder Mitautor von weit mehr als 300 Veröffentlichungen. Er hat die Gehörforschung ganz wesentlich vorangetrieben. Nach intensiver Beschäftigung mit den Grundlagen der Psychoakustik hat sich Hugo Fastl dabei schon frühzeitig mit Erfolg bemüht, die Ergebnisse seiner Untersuchungen auch außerhalb des Labors auf konkrete praktische Probleme anzuwenden. Ein Beispiel ist die adäquate Beurteilung des Lärms von Flug-, Schienen- und Straßenverkehr.

Dabei war es ihm wichtig, interkulturelle Unterschiede und multimodale Interaktionen wie den Einfluss der Farbe oder zusätzlicher Bilder zu erfassen. Er hat wesentliche Beiträge zur Audiologie im Zusammenhang mit konventionellen Hörhilfen und Cochlea-Implantaten geleistet. Da er nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Musiker ist, lag ihm auch die Musikalische Akustik stets am Herzen. So hat er die Ausprägtheit der Tonhöhe nicht nur als psychoakustische Kenngröße extrahiert und ihre Bildungsgesetze erforscht, sondern auch ganz konkret genutzt, um die Klänge von Musikinstrumenten zu charakterisieren.

Trotz aller Erfolge seiner grundlegenden Arbeiten hat sich Hugo Fastl nie mit der Erforschung der theoretischen Grundlagen zufrieden gegeben. In bester Ingenieurstradition hat er vielmehr größten Wert darauf gelegt, die Ergebnisse seiner Arbeit in praxistauglicher Form zu formulieren und

dann zum Wohle der Allgemeinheit aus dem Labor in die praktischen Anwendungen des realen Lebens zu übertragen.

Der Vorstand der DEGA

Lothar-Cremer-Preis für Dr. Bernhard Seeber

Der Lothar-Cremer-Preis der Deutschen Gesellschaft für Akustik wird für das Jahr 2010 im Rahmen der DAGA-Tagung in Berlin an Dr.-Ing. Bernhard Seeber verliehen. Herr Seeber erhält diesen Preis für junge Nachwuchswissenschaftler als Anerkennung für seine herausragenden Arbeiten auf den Gebieten des Räumlichen Hörens und der Audiologischen Akustik.

Bernhard Seeber gehört international auf dem Gebiet der Psychoakustik, insbesondere der Untersuchung räumlicher Schallfelder durch Normal- und Schwerhörende, zu einer kleinen Gruppe vielversprechender Nachwuchswissenschaftler. Nach dem Studium der Elektro- und Informationstechnik an der TU München hat er sich dort in seiner Dissertation „Untersuchung der auditiven Lokalisation mit einer Lichtzeigermethode“ intensiv mit Fragen der akustischen sowie multisensorischen Wahrnehmung beschäftigt. Nach seiner Promotion im Jahre 2003 hat er sich zunächst als PostDoc an der University of California und seit 2007 als Gruppenleiter am MRC Institute of Hearing Research in Nottingham mit Fragen des räumlichen Hörens bei Normalhörenden und vor allem auch bei Trägern von Cochlea-Implantaten beschäftigt.

Mit Bernhard Seeber zeichnet die DEGA einen besonders aktiven, vielseitigen und international anerkannten jungen deutschsprachigen Akustiker aus, der mit seiner Dissertation wie auch mit den Ergebnissen seiner daran anknüpfenden Arbeiten internationale Anerkennung gefunden hat und von dem erwartet werden darf, dass er auch in der Zukunft zur erfolgreichen Fortschreibung unseres Fachwissen beitragen wird.

Der Vorstand der DEGA

DEGA-Studienpreise

- **MSc Benjamin Bernschütz** für seine Masterarbeit: „Wellenfeldsynthese mit sphärischen Mikrofonarrays“ (Fachhochschule Köln), siehe Vortrag auf Seite 223
- **Dipl.-Ing. Anil Nagathil** für seine Diplomarbeit: „Development and Analysis of Robust Features for the Classification of Audio Signals“ (Ruhr-Universität Bochum), siehe Vortrag auf Seite 154

Eröffnung und Preisverleihungen

Di. 9:00 Konzerthaus Berlin Eröffnung und Preisverleihungen

- Grußworte und Musik
- Verleihung der Helmholtz-Medaille an Prof. Dr. Hugo Fastl (siehe S. 30 und Vortrag auf S. 33)
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises an Dr. Bernhard Seeber (siehe S. 31 und Vortrag auf S. 35)
- Verleihung der DEGA-Studienpreise an
MSc Benjamin Bernschütz und Dipl.-Ing. Anil Nagathil (siehe S. 31)
- anschließend: Kaffeepause und Plenarvorträge (s.u.)

Plenarvorträge

Di. 11:00 Konzerthaus Berlin Plenarvorträge Dienstag

Hören auf die Stimme - Beurteilung der gestörten Stimmfunktion und Behandlungsmöglichkeiten aus ärztlicher Sicht

T. Nawka

Charité Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Audiologie und Phoniatrie

Die Stimmfunktion des Menschen ist komplex. Für eine möglichst umfassende Beschreibung ihrer Leistung und möglichen Beeinträchtigung sind fünf Aspekte wesentlich: (1) Die Wahrnehmung der Stimme durch die Umgebung, (2) Der Stimmumfang, (3) Die akustischen Eigenschaften des Stimmklanges, (4) Die Aerodynamik während der Stimmgebung, (5) Die Selbsteinschätzung der Stimmfunktion. Diese Domänen sind relativ unabhängig voneinander. Sie lassen sich inzwischen weitgehend numerisch auf Intervallskalenniveau erfassen und damit auch wissenschaftlich bearbeiten.

Da die Stimme das hervorragende Kommunikationsmittel ist, zielt die Behandlung auf eine optimale Funktion. Die konservative Therapie wird von speziell dafür ausgebildeten Logopäden durchgeführt. Aus ärztlicher Sicht steht die operative Therapie im Vordergrund. Die funktionell orientierten chirurgischen Maßnahmen werden unter dem Begriff „Phonochirurgie“ zusammengefasst. Hierzu zählen verschiedenartige Operationsmethoden von der Mikrochirurgie bis zu Eingriffen, in denen der Kehlkopf von außen durch die Haut geöffnet wird.

Im Vortrag werden die Untersuchungsmethoden der Stimme und die dazu gehörigen Werkzeuge, Apparate und Hilfsmittel erklärt, organische Veränderungen des zentralen stimmbildenden Organs, des Kehlkopfes, mithilfe der Videolaryngostroboskopie gezeigt und schließlich die Möglichkeiten der chirurgischen Korrektur demonstriert. Die Auswirkung von Veränderungen am Kehlkopf und die Effekte von Operationen können anhand von Beispielen gehört und gesehen werden.

Di. 11:45 Konzerthaus Berlin

Plenarvorträge Dienstag

Praktische Anwendungen der PsychoakustikH. Fastl (Empfänger der Helmholtz-Medaille)*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Die Fachdisziplin Psychoakustik hat sich zum Ziel gesetzt, die Zusammenhänge zwischen physikalisch spezifizierten Schallreizen und durch diese hervorgerufenen Hörwahrnehmungen quantitativ zu beschreiben. Während die „klassische“ Psychoakustik Sinustöne, Komplexe Töne, Schmalbandrauschen, Breitbandrauschen etc. studierte, stehen derzeit technische Geräusche, Sprachschalle und musikalische Klänge im Mittelpunkt des Interesses. Von den Ergebnissen solider Grundlagenforschung profitieren heute zahlreiche praktische Anwendungen.

Im Vortrag werden zunächst moderne Methoden der Schallwiedergabe dargestellt. Praktische Anwendungen der Psychoakustik werden für Fragestellungen der Audiologie, Musikalischen Akustik und Geräuschbeurteilung aufgezeigt. Darüber hinaus werden Aspekte multi-modaler Wahrnehmung sowie kulturelle Unterschiede bei der Geräuschbeurteilung angesprochen.

Mi. 11:00 Atze-Theater / Beuth-Saal

Plenarvorträge Mittwoch

**Modellbildung zur Rollgeräuschminderung -
eine unendliche Geschichte?**W. Kropp*Chalmers University of Technology, Göteborg*

Rollgeräusche sind ein wichtiger Bestandteil unseres Alltags. In den meisten Fällen, in denen wir Verkehrsgeräusche hören, repräsentieren Rad-Schiene- oder Reifen-Fahrbahnkontakt eine wichtige Quelle, wenn nicht sogar die Hauptquelle. In den vergangenen Jahrzehnten haben Rollgeräusche in vielen Fällen sogar an Bedeutung zugenommen. Heute sind Rollgeräusche oft der begrenzende Faktor für eine Reduzierung der Verkehrsgeräusche. Die Ursache hierfür ist jedoch meistens nicht, dass die Rollgeräusche stärker geworden wären, sondern dass andere Geräusche z.B. Geräusche von Motor, Abgassystem oder Strömungsgeräusche erfolgreich verringert wurden. Gleichzeitig wurde eine intensive Modellbildung betrieben, die sowohl zu einem besseren Verständnis der Entstehungsmechanismen als auch zu Minderungsmaßnahmen des Rollgeräusches führten. Im Vortrag werden Beispiele erfolgreicher Minderungsmaßnahmen für das Rollgeräusch und die Rolle der Modellbildung für den Rad-Schiene- und Reifen-Fahrbahnkontakt diskutiert. Dabei wird auch auf die Komplexität der Modellbildung und ihrer Umsetzung in Geräuschminderungsmaßnahmen eingegangen sowie das Entwicklungspotential der Modellbildung diskutiert.

Mi. 11:45 Atze-Theater / Beuth-Saal

Plenarvorträge Mittwoch

Quo vadis Psychoakustik?**Potential und Limitation einer Disziplin zwischen den Disziplinen**K. Genuit*HEAD acoustics GmbH*

Die Psychoakustik als interdisziplinärer Ansatz zwischen Physik, Musik, Akustik, Nachrichtentechnik, Audiologie, Soziologie und Psychologie hat in den letzten Jahrzehnten zunehmende Bedeutung erlangt.

Während die Akustik zunächst nur den Fokus "leiser ist besser" bemühte und dabei allein die Reduzierung der zerstörerischen Kraft von Lärm im Vordergrund stand, werden in den letzten Jahren vermehrt Qualitäts- und Designaspekte von Produktgeräuschen erforscht, die mit Hilfe von neuen gehöradäquaten Größen wie Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Schwankungsstärke beschrieben werden können. Neben der Gestaltung von Produktgeräuschen gewinnen auch zunehmend Fragestellungen aus dem Bereich der Umweltgeräusche und dem so genannten SoundScape in der Psychoakustik an Bedeutung. Diese Disziplin stellt gleichermaßen wesentliches Wissen zur Evaluation von produkt- wie auch für umgebungsgeräuschbezogene Emissionen dar.

Daher stellt sich die Frage, was ist und leistet die Psychoakustik, welche Möglichkeiten und Grenzen besitzt diese und welche besondere Rolle wird die Psychoakustik in der Zukunft einnehmen?

Do. 11:00 Atze-Theater / Beuth-Saal

Plenarvorträge Donnerstag

Simulation und Auralisierung kleiner RäumeS. Goossens*IRT GmbH, München*

In der raumakustischen Planung werden zunehmend Simulationsverfahren angewendet, welche im Vorfeld einer Neu- oder Umbaumaßnahme das Schallfeld im Raum berechnen. Die Auralisierung (Hörbarmachung) der simulierten Situationen ermöglicht darüber hinaus sehr überzeugende und praxisbezogene Präsentationen für Architekten, Bauherren und andere Projektbeteiligte. Das gewählte Simulationsverfahren als Grundlage der Auralisierung sollte dem Vergleich mit der wirklichen akustischen Situation standhalten können. Dazu muss zunächst die Schallanregung des Raumes durch die Quelle (3D-Richtcharakteristik) möglichst gut beschrieben werden. Oktav-bezogene Tabellenwerte der Absorberhersteller geben häufig die Reflektionsfaktoren an den Wandbegrenzungsflächen an. Eine größere Genauigkeit bietet die Berechnung durch Absorbermodelle.

Zur raumakustischen Simulation von Räumen mit großen Abmessungen gibt es verschiedene Software auf der Grundlage der geometrischen Akustik (Spiegelschallquellen; ray-tracing). Angewendet auf "kleine" Räume mit niedriger Nachhallzeit liefern diese Ansätze meist keine wirklichkeitsnahen Auralisationen.

Im Sinne der geometrischen Akustik werden Räume als "klein" bezeichnet, wenn deren Abmessungen im Vergleich zur betrachteten Wellenlänge nicht mehr groß sind. Typische Büroräume, Wohnräume oder Regieräume für die Sprach- und Musikproduktion sind im Frequenzbereich unter ca. 250 Hz als "akustisch klein" zu betrachten. Unterhalb dieser Grenzfrequenz müssen das modale Schallfeld und die Eigenschaften von Kugelwellen berücksichtigt werden. Die grundsätzlich geeigneten Lösungsansätze (z.B. FEM, BEM) sind mit einem erheblichen Aufwand für Modellierung und Rechnung verbunden. Verbesserungen können auch mit geeigneten Näherungsverfahren erzielt werden. Die Wiedergabe der Auralisierung erfolgt häufig binaural über Kopfhörer.

Do. 11:45 Atze-Theater / Beuth-Saal Plenarvorträge Donnerstag

Binaurales Hören mit Cochlea-Implantaten

B.U. Seeber (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises)

MRC Institute of Hearing Research (UK)

Cochlea Implantate (CIs) sind neuronale Prothesen, die das Schallsignal in elektrische Impulse umwandeln und damit den Hörnerven stimulieren. Viele der 200,000 implantierten tauben Personen können wieder Sprache verstehen, aber Störschall und Raumhall stellen ein großes Problem dar. Eine räumliche Separation der Sprache vom Störschall hilft dem Sprachverstehen mit normalem Hören, wohingegen die verwandte Fähigkeit, die Richtung eines Schalls zu bestimmen, häufig nur eingeschränkt mit CIs vorhanden ist. Wir wiesen nach, dass das Lokalisationsvermögen mit CIs überwiegend auf der Auswertung von Pegelunterschieden zwischen den Ohren basiert, während Zeitdifferenzen mit normalem Hören ausschlaggebend sind. Dies wirkt sich auf das Hören in Räumen aus, in denen der Präzedenzeffekt die Lokalisation am Ort der Schallquelle trotz des späteren Eintreffens von Schallreflexionen ermöglicht. Etwa die Hälfte der Probanden mit CIs zeigte keinen Präzedenzeffekt, was deren Probleme in reflexionsbehafteter Umgebung bestätigt. Bei einigen Patienten trat dagegen der Präzedenzeffekt auf, was nachweist, dass dieser auch ausschließlich mit der von CIs übertragenen Information in der Hüllkurve möglich ist. Bedingungen für den Präzedenzeffekt wurden in Vocoderstudien herausgearbeitet, beispielsweise dass die Tonhöhen der Trägersignale an beiden Ohren angepasst sein müssen. Da eine perfekte Kodierung der zeitlichen Feinstruktur in CIs derzeit unmöglich erscheint, weisen die Ergebnisse die Richtung für neue Lösungsansätze.

Vorkolloquium: Aktive Beeinflussung von Schwingungen und Geräuschen

Mo. 12:00 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

'Active Sound Design'- Konzepte und Umsetzungen an einem Doppelrohrblatt-Holzblasinstrument

F.B. Konkel^a, A. Jakob^b, F. Heintze^c und M. Möser^a

^a TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;

^b advacoustics - Dr. André Jakob & Dr. Rudi Volz GbR; ^c Staatsoper Unter den Linden, Berlin

In dieser Arbeit wird ein Konzept vorgestellt, mit dessen Hilfe eine aktive Beeinflussung von Obertönen bei Holzblasinstrumenten ermöglicht wird. Dazu werden an einem Doppelrohrblattinstrument Untersuchungen zur Beeinflussbarkeit des Klangs mit Methoden des "active noise control" (ANC) durchgeführt. Als Versuchsinstrument dient ein Fagott.

Ziel ist es, einen gespielten Ton in seinen Oberwellen so zu verändern, dass z.B. ein forte gespielter Ton wie ein piano gespielter Ton klingt, jedoch seine Lautstärke beibehält. Dabei werden hauptsächlich die Oberwellen innerhalb der "Formant"-Bereiche beeinflusst. Vor einer digitalen Umsetzung wird untersucht, inwieweit eine Beeinflussung von Holzblasinstrumenten mit vorhandenen verschiedenen Abstrahlpunkten, und unter der Betrachtung von verschiedenen Schall-Einleitpositionen möglich ist. Dazu werden im ersten Schritt die Abstrahleigenschaften dieses Holzblasinstruments untersucht.

Aufbauend auf dieses erlangte Wissen wird ein Konzept zur Umsetzung der digitalen Klanggestaltung entwickelt und bewertet. Dabei werden unterschiedliche Einleitpunkte, Messpunkte und Messaufnehmer berücksichtigt.

Die ersten Ergebnisse der Umsetzungen des entwickelten Konzeptes zur aktiven Klangbeeinflussung werden innerhalb dieser Arbeit vorgestellt. Dabei wird eine Tonerkennung auf einer DSP-Umgebung realisiert und die Filterkoeffizienten für das Filter zur Klangbeeinflussung bestimmt.

Mo. 12:25 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

ANC - Schallfeldanalyse und -synthese im Zusammenwirken

D. Krahé

Bergische Universität Wuppertal

Soll ein gegebenes Schallfeld (Primärfeld) durch ein zusätzlich erzeugtes Schallfeld (Sekundärfeld) geschwächt werden, so lässt sich diese Aufgabe in folgende grundlegende Teilaufgaben zerlegen: Primärfeld analysieren, die gewonnenen Daten verarbeiten und mittels ihnen ein Sekundärfeld so synthetisieren, dass beide möglichst stark destruktiv interferieren. Abgesehen von einer Phasendrehung um π soll das Sekundärfeld damit dem Primärfeld (örtlich begrenzt) möglichst identisch

sein. Anzahl und Position der Mikrofone wie die der Schallquellen sind dabei so zu wählen, dass das Primärfeld hinreichend genau analysiert bzw. das Sekundärfeld hinreichend genau synthetisiert werden kann. Die Signalverarbeitung dazwischen gewinnt aus den Mikrofonsignalen die notwendigen Signale für die Schallquellen. Je nach Konstellation bieten sich verschiedene Algorithmen hierzu an, doch hard- wie softwaremäßig hat sich die Signalverarbeitung prinzipiell folgenden Herausforderungen zu stellen:

- Das System muss echtzeitfähig und kausal sein. Dabei spielen auch die Positionen von Mikrofonen und Schallquellen eine wesentliche Rolle.
- Ungenauigkeiten im Betrags- und Phasengang können nur begrenzt kompensiert werden, da dies zu einer größeren Verzögerungszeit führt.
- Die Analyse des Primärfeldes kann durch Übersprechen von den Sekundärquellen gestört werden, was dann zumindest den Effekt mindert, aber auch zu Instabilitäten führen kann.

Anhand verschiedener ANC-Applikationen werden die Probleme und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Mo. 12:50 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Anwendungen aktiver Resonator-Schalldämpfer

K. Bay und P. Leistner

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Seit über 10 Jahren werden aktive Resonator-Schalldämpfer zur Bedämpfung tiefer und mittlerer Frequenzen in Lüftungsanlagen eingesetzt. Die Nachfrage, mit wenig Platz tieffrequent dominierte Geräusche zu bedämpfen, führte aber auch zur Entwicklung aktiver Kompaktschalldämpfer für Heizungsanlagen. Im Vortrag werden Aufbau, Wirkprinzip und Möglichkeiten zur Ausgestaltung aktiver Resonatoren vorgestellt. In einem Überblick wird der Einsatz der aktiven Resonator-Kassette in Lüftungskanälen sowie die schrittweise Anpassung des Kompaktschalldämpfers an Heizungsanlagen anhand von Messwerten diskutiert. Hierbei zeigt sich die große Bedeutung von anwendungsbezogenen Lösungsdetails gerade bei der praktischen Umsetzung Aktiver Schalldämpfer.

Mo. 13:30 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Active Noise Control in der Automobilindustrie

R. Schirmacher

Müller-BBM GmbH

Nach einem ersten Serieneinsatz durch Nissan 1992 in Japan war es um ANC im automobilen Serieneinsatz längere Zeit sehr ruhig geworden. Beginnend mit dem Jahre 2004 bei Honda wird die Technologie zwischenzeitlich jedoch in großem Umfang bei Serienfahrzeugen eingesetzt. Der Schwerpunkt liegt dabei in Ostasien und Nordamerika und ist häufig mit neuen Antriebsstrangkonzepthen wie Zylinderabschaltung oder

Hybridtechnologien verbunden. Weitere Anwendungen zeichnen sich für die kommenden Jahre ab.

Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand des globalen Serieneinsatzes von ANC. Er zeigt einige besondere Herausforderungen für einen solchen Einsatz auf und skizziert den aktuellen Stand der Technik sowie globale Anwendungstrends.

Mo. 13:55 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Robuste aktive Schallreduktion in Flugzeugen

K. Kochan und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Durch die hohen Ansprüche an Komfort und Arbeitsschutz sind Schall-dämmmaßnahmen ein wichtiger Bestandteil jedes technischen Systems. Die Technologie der aktiven Schallreduktion kommt hierfür zunehmend zum Einsatz. Sie basiert auf dem Prinzip der Interferenz des Störschallfelds mit einem Sekundärschallfeld. Ein Anwendungsbeispiel ist das aktive System im Lademeisterbereich des Airbus A400M. Dieses System besteht aus 8 Lautsprechern und 16 Fehlermikrofonen. Deren Positionen sind konstruktiv an der Kabinenwand und -decke festgelegt, eine Optimierung der Positionen ist nicht möglich. Durch Änderung der Temperatur, der Schwankung der elektroakustischen Komponenten und anderen Einflüssen resultieren große Unsicherheiten in der Regelstrecke. Ziel ist es, eine robuste Schallpegelreduktion am Kopf des Lademeisters zu erreichen.

Zur Lösung des Problems werden Parameter in Form von Gewichtungsmatrizen in den Regelalgorithmus eingeführt. Für den Entwurf dieser Gewichtungsmatrizen wird ein neues Verfahren entwickelt, welches die gemessenen Unsicherheiten berücksichtigt. Hierzu werden für die Regelstabilität und -qualität Gütemaße formuliert. Diese erfassen die Reglergüte. Anschließend wird diese mit einem genetischen Algorithmus optimiert.

Diese Methodik wird in einem Mock-up des Lademeisterbereichs des Airbus A400M angewendet. In Experimenten wird gezeigt, dass die robuste Schallpegelreduktion dabei um bis zu 7 dB gesteigert wird. Die vorgestellte Entwurfsmethodik löst das Problem allein über Reglerparameter, teures Umplatzen von Lautsprechern und Mikrofonen entfällt.

Mo. 14:20 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Die Bedeutung von Richtlinien bei der Umsetzung aktiver Methoden am Beispiel der VDI-Richtlinie 2064 "Aktive Schwingungsisolierung"

J. Scheuren

Müller-BBM GmbH

Richtlinien und technische Regelwerke haben eine große Bedeutung bei der Umsetzung und Anwendung technologischer Entwicklungen. Neben der Verbreitung des den Regeln der Technik entsprechenden technischen Wissens und der Definition kompatibilitätsfördernder Standards führen sie Beurteilungs- und Bewertungskriterien ein und schaffen somit die Voraussetzungen für eine nachvollziehbare Spezifikation, Auslegung, Anwendung und Beurteilung technischer Einrichtungen.

Die Förderung technologischer Umsetzung durch Richtlinien setzt freilich voraus, dass die betrachtete Technologie ihre praxistaugliche Umsetzbarkeit nachgewiesen hat. Insofern ist es sicher bemerkenswert, dass die Ergebnisse langjähriger Forschungs- und Entwicklungstätigkeit zur aktiven Beeinflussung von Schall- und Schwingungsfeldern nun erstmals auch Eingang in eine Richtlinie, die VDI-Richtlinie 2064 "Aktive Schwingungsisolierung" gefunden haben.

Der Vortrag stellt diese Richtlinie vor und erläutert ihre Bedeutung bei der Konzeption, Planung, Auslegung und Abnahme aktiver Elemente zur Schwingungsisolierung. Ausgehend von den konkreten Festlegungen und Hinweisen der Richtlinie werden wechselseitige Kriterien formuliert, die sowohl Richtlinien in Bezug auf ihren technischen Gegenstand als auch technologische Ansätze und Methoden in Bezug auf ihre Standardisierbarkeit erfüllen sollten. Dies erlaubt eine Abschätzung, in welchem Masse Richtlinien die praktische Umsetzung aktiver Methoden unterstützen können und sollen.

Mo. 14:45 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Effekte bei der Sekundärschallfeldanregung in Systemen zur aktiven Regelung von höheren akustischen Kanalmoden

U. Tapken

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

In zylindrischen Strömungskanälen sind ringförmig angeordnete Aktuatoren zur Erzeugung von helikal laufenden Schallmoden bei höheren Frequenzen optimal geeignet und werden daher in vielen Active Noise Control (ANC)-Konzepten verwendet.

Untersuchungen der ANC-Performances haben jedoch ergeben, dass das theoretisch vorhandene Reduktionspotential in den experimentellen Umsetzungen oft nur unvollständig ausgeschöpft werden konnte. Als ein wesentlicher Grund wird die Anregung von ungewünschten, so genannten Spillover-Moden angeführt, deren Entstehungsursachen bisher weitgehend ungeklärt geblieben sind. Zur Aufklärung der relevanten Effekte wurde die Anregung einzelner Schallmoden durch ein aus bis zu

drei Lautsprecherringen bestehendes System - welches auch als Modensynthesizer bezeichnet wird - experimentell eingehend untersucht. Die Gesamtheit aller an den Strömungskanal angebrachten Lautsprechereinheiten stellt ein System gekoppelter akustischer Resonatoren dar und übt einen wechselseitigen Einfluss auf die Schallfeldanregung eines jeden Aktuators aus. Bereits geringe Phasenfehler in den Signalwegen führen zu einer verstärkten Anregung unerwünschter Moden. Einen wesentlichen Einfluss üben auch außerhalb des Modensynthesizers im Strömungskanal vorliegende Reflektionsstellen aus. Durch die Reflektionen verursachte Interferenzeffekte können in spezifischen Frequenzbändern zu einer derart starken relativen Anhebung der ungewünschten Spillover-Moden im Vergleich zu den gewünschten Moden führen, dass eine Lärminderung verhindert wird.

Mo. 15:25 Bauwesen H1 Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Auslegung, Aufbau und Betrieb aktiver Systeme - Praxiseinblicke aus dem Maschinenbau und der Fahrzeugtechnik

R. Wimmel

ERAS GmbH

Das Potential aktiver Systeme zur Schwingungs- und Geräuschminderung wurde in den letzten Jahren in nahezu allen Industriezweigen mehr und mehr erkannt. Die Nutzung dieses Potentials, sprich die Entwicklungs- und Einsatz- (Serien)reife ist allerdings unterschiedlich. Maßgeblich hierfür sind die technischen und nicht technischen Herausforderungen und Randbedingungen der verschiedenen Branchen.

Aus Erfahrungen über einen Zeitraum von 15 Jahren in der Entwicklung, der Realisation und dem Betrieb aktiver Systeme lassen sich wichtige und grundsätzliche Erkenntnisse formulieren. Es wird eine an der Anwendung orientierte Bewertung der Chancen und Grenzen aktiver Systeme gegeben.

Anhand von repräsentativen Beispielen aus dem Maschinenbau und der Fahrzeugtechnik wird der Weg zum aktiven bzw. adaptiven System beschrieben, konkrete technische Lösungen aufgezeigt und v.a. Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz präsentiert.

Mo. 15:50 Bauwesen H1 Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

Aktive Kontrolle thermoakustisch instabiler Azimuthalmoden in einem annularen Rijke Rohr

J. Moeck^a, G. Gelbert^b, M. Paul^a, C.O. Paschereit^a und R. King^b

^a *TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;*

^b *TU Berlin, Institut für Prozess- und Verfahrenstechnik*

Thermoakustische Instabilitäten sind eines der Hauptprobleme bei der Entwicklung effizienter, schadstoffarmer Gasturbinen. Heutige Gasturbinenbrennkammern haben typischerweise eine annulare Bauform mit einer Vielzahl von über den Umfang angeordneten Brennern. Solch ein geometrisches set-up weist eine Reihe von akustischen Umfangsmoden

im Bereich von einigen hundert Hz auf. Diese können unter bestimmten Voraussetzungen mit der instationären Wärmefreisetzung der Flamme koppeln und zu selbsterregten Schwingungen führen. Da annulare Brennkammern hochkomplexe Systeme sind, orientieren sich die meisten experimentellen und numerischen Studien zur Analyse und Kontrolle von thermoakustischen Instabilitäten lediglich an Einzelbrennerkonfigurationen, in denen die Wärmefreisetzungsfuktuationen ausschließlich mit den akustischen Longitudinalmoden koppeln. In der vorliegenden Arbeit präsentieren wir ein thermoakustisches Ersatzsystem, ein annulares Rijke Rohr, dass trotz seiner Einfachheit azimuthale Instabilitätsmoden aufweist. Basierend auf einem theoretischen Modell der Konfiguration werden Regelungsverfahren zur Unterdrückung der instabilen Umfangsmoden im Experiment angewendet.

Mo. 16:15 Bauwesen H1

Vorkolloquium Aktive Beeinflussung

A mathematical model for a multi-channel active absorption system

^a *TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;*

^b *advacoustics - Dr. André Jakob & Dr. Rudi Volz GbR*

M. Norambuena^a, A. Jakob^b und M. Möser^a

Efficient sound absorption at low frequencies is not always easy to achieve using passive materials like foams or mineral wool, this is due to the large dimensions of materials required. In order to find new solution for this problem, methods developed from the active noise control world has been used. The work presented here introduces a novel mathematical model for an active sound absorption system based on the wave separation method. The wave decomposition method is combined with a modal model of a three-dimensional room in order to obtain the controlling parameters of the active system.

Theory and simulations are presented. Simulations of the sound pressure field and frequency response inside a room are presented to show the effect of the active absorption system. Also, an array of secondary sources is simulated such that a sound absorption coefficient α can be associated with it, in the same way as passive material are qualified by an α . For comparison, the presented method is contrasted with classical active noise control strategies.

Vorkolloquium: Soundscape and Community Noise

Mo. 13:00 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

A Framework of Soundscape Design Potentials

J. Kang

University of Sheffield, School of Architecture

Whilst much work has been carried out in terms of soundscape description and evaluation, it is important to put soundscape into the intentional design process comparable to landscape, and to introduce the theories of soundscape into the design process. In this paper a framework of soundscape design potentials is explored by considering four key factors, namely sound sources, space, environment and people, with a particular attention to urban open public spaces. In terms of sound sources, both active and passive sounds are discussed, relating to the sounds from the activities of users such as group dancing, and the sounds from the landscape elements such as fountains, respectively. Designable factors include sound level, spectrum, as well as temporal and spatial dynamic process. In terms of spaces, effects of architectural changes and urban design options on the sound field are studied based on parametric studies using a series of computer simulation. In terms of environment, multi-sensory interactions are discussed. In terms of people, since different users may have rather different soundscape preferences, a space should be designed accordingly.

Mo. 13:25 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

Soundscape Approach in Urban Renewal: Parks and Areas of Acoustic Quality

L. Maffei

Sec. Università di Napoli, Facoltà di Architettura

Although considerable efforts in the application of noise control policies and techniques, the noise in urban sites is not decreasing and, in some cases, a resignation feeling towards noise annoyance is growing among population and city management. The Soundscape approach, which emphasises the role of sound in the perceived environment and involves more actors and disciplines, can overturn this tendency complementing the noise control engineering and acting more effectively in the urban space design processes. In this paper is presented a new interdisciplinary approach applied to the historical centre of the city of Naples (Italy) which, as Unesco Patrimony, will be during the next years under a complex urban renewal project. The approach, connecting cultural heritage disciplines, visual and audio perceptions and studies on local population's and tourists' attitude and expectations, has permitted the identification of urban areas which already have the potentiality of "restoration parks" and/or "areas of acoustic quality" or that can achieve easily this classification. Immersive audio-visual virtual reality tools have been used to validate new projects of urban design in these areas.

Mo. 13:50 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

What we need for SoundScape and where do we need SoundScape
*HEAD acoustics GmbH*K. Genuit

The investigations of the attributes describing a soundscape have become more and more important during the last years. Since one year a new ISO standardization working group (ISO/TC 43/SC 1/WG 54) has started to standardize tools and methods related to the description of soundscapes. The objective is to provide definitions, methods, measurement and reporting requirements and to develop a common basis for questionnaire studies.

For a technical description of a soundscape new, additional technologies are needed such as binaural recording, psycho-acoustical analyses, simulation and auralisation tools allowing for the prediction of perceived sound quality. The application of adequate tools is not only considered to analyze existing soundscapes, but also to regard these methods for improving soundscapes of planned new places right from the beginning.

Mo. 14:30 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

Transitions in Soundscape from Theory to PracticeG.W. Siebein*Siebein Associates, Inc. (USA)*

Case studies of analysis and design interventions in urban and natural areas are used to illustrate a practical method to implement soundscape theories in actual planning and design projects. The ambient sound is conceptualized as a combination of specific acoustic events that can be measured, modeled, designed and simulated in a given environment. The specific acoustic events are used to form a taxonomy of sounds and programs along acoustical itineraries between acoustic "rooms" in indoor and outdoor situations. Soundwalks are taken at multiple times of day and night to gain a qualitative and quantitative understanding of the rhythm and tempi of the environment. Combinations of short term detailed acoustical measurements and calibrated recordings are made of the specific acoustic events that comprise the ambient. Long term acoustical measurements at fixed locations are used to define an acoustic calendar of sounds and events. Focus group meetings with stakeholders in each situation are used to identify specific acoustical concerns and interests. Acoustical design palettes for urban and natural settings have been developed to prioritize environmental intervention strategies. Sophisticated acoustical modeling and simulations are used to present the results of the design process to the focus groups for review and development.

Mo. 14:55 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

New Directions in Soundscape ManagementM. Dixon*Independent consultant, London*

Soundscape research raises both the need and the opportunity for new management approaches. This presentation will review some of the challenges and gaps in regulation and urban management, and explore possible ways forward. Traditional noise standards and guidelines generally assume that each source can be considered independently. However, if one target noise is lowered, a different, possibly more annoying, sound can become more audible. It is typically cheaper in engineering terms to reduce high frequency noise than low, so, over time, simple dB(A)-based vehicle noise certification testing can increase the proportion of low frequency noise in an environment. What approaches might minimise this risk, e.g. 'differential sound frequency charging'? The addition of sound to electric and hybrid vehicles may be mandated on pedestrian safety grounds, but how might residents cope if anonymous hums are replaced by more variable mixes of new warning and/or 'trademark' sounds? How can links with other environmental issues, particularly climate change, be reinforced? How can new regulatory mechanisms and incentives drawing on how natural systems behave be developed? What role can social networking tools and new mapping interfaces play in enabling greater public participation in soundscape management?

Mo. 15:20 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

Modelling Perception of the Sonic Environment as a Tool for SoundscapesD. Botteldooren*Ghent University, Dep. Information Technology*

In soundscape research and design, not only the outer physical environment but also the inner state of the observer is of importance. This materializes in strong context dependence of the perception of and meaning associated to the sonic environment. In order to better understand this interaction between mental image and physical environment, computational models are very useful. Over the past couple of years we have developed ever increasing complex models and tested them against observed trends. Important aspects of the model such as feature extraction, sound identification, object formation, sound recognition and attachment of meaning will be discussed in relationship to soundscape during the talk. One of the final goals of this modeling effort is also the implementation of more advanced evaluation and prediction tools that could be incorporated in measurement equipment or noise mapping efforts. Illustrations will be given.

Mo. 15:45 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

Standardization in Soundscape Research - Current and Future PerspectivesÖ. Axelsson*Stockholm University, Department of Psychology*

In 2008 the International Organization for Standardization (ISO) decided to put together a new expert working group ISO/TC 43/SC 1/WG 54 named "Perceptual assessment of soundscape quality". The scope of the working group is to provide minimum specifications for soundscape studies, by proposing (a) new international standard(s) on how to measure the perceived quality of soundscapes. This work is chiefly motivated by a need to harmonise methods in soundscape research internationally in order to improve the comparability of research results across countries and over time. The standard(s) developed by this working group will primarily be intended for researchers assessing perceived soundscape quality and for public users evaluating soundscape quality in different areas. The standard(s) will include definitions, methods, measurements and reporting requirements. Examples of applications may include visitor questionnaire studies in outdoor areas intended for recreation (e.g., city parks or open green spaces), or resident questionnaire studies in residential areas, including areas with designated places of high sound quality. In the ISO terminology this is a preliminary working item, which means that there are no time restrictions until the group has put forward its first formal proposal. The working group plan to do this in 2011.

Mo. 16:10 Gauß B 501

Vorkolloquium Soundscape

The Restoration Perspective in Soundscape ResearchT. Hartig*Uppsala University, Inst. Housing and Urban Research*

The restoration perspective complements the stress and coping perspectives as a source of theoretical and practical insights into relations among sociophysical environments, effective functioning, and health. The stress perspective focuses on conditions in the environment that can undermine adaptation; it guides a search for ways to eliminate or mitigate such stressful conditions. The coping perspective focuses on the availability of resources with which a person can meet adaptational demands; it guides a search for ways to enhance the availability of resources. In contrast to these other perspectives on adaptation, the restoration perspective assumes the inevitability of some restoration needs, and it guides the provision and protection of environments that can support restoration. In this presentation, I will outline the restoration perspective and discuss some ways in which it has or might be applied in soundscape research. In doing this, I will discuss how some aspects of the soundscape might work to promote restoration, while others might work to hinder restoration. In this latter regard, I wish to distinguish noise as a constraint on restoration from noise as an environmental stressor.

Vorkolloquium: Körperschall – neue Methoden und physikalische Ergebnisse (Structure-borne sound – new methods and physical findings)

Mo. 13:00 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

Damping in Structures Assembled by Bolted Joints

L. Gaul

Institut f. Angew. u. Exp. Mechanik, Universität Stuttgart

Vibration properties of most assembled mechanical systems depend on frictional damping in joints. The nonlinear transfer behaviour of the frictional interfaces often provides the dominant damping mechanism in a built-up structure and plays an important role in the vibratory response of the structure.

For improving the performance of systems, many studies have been carried out to predict, measure, and/or enhance the energy dissipation of friction. This lecture reviews approaches for describing the nonlinear transfer behaviour of bolted joint connections. It gives an overview of modelling issues. The models include classical and practical engineering models. Constitutive and phenomenological friction models describing the nonlinear transfer behaviour of joints are discussed. The models deal with the inherent nonlinearity of contact forces (e. g. Hertzian contact), and the nonlinear relationship between friction and relative velocity in the friction interface. The research activities in this area are a combination of theoretical, numerical, and experimental investigations. Various solution techniques, commonly applied to friction-damped systems, are presented and discussed. Recent applications are outlined with regard to the use of joints as semi-active damping devices for vibration control. Several application areas for friction damped systems due to mechanical joints are presented.

Mo. 13:25 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

Experiments on the viscoelastic properties of a car tyre

S. Finnveden^a, M. Fraggstedt^a und B.A.T. Petersson^b

^aKTH Stockholm; ^bTU Berlin, *Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*

An outstanding problem in any prediction of dynamic response of an engineering structure is the actual magnitude, frequency dependence and distribution of its damping. The current work considers the viscoelastic properties of a radial car tyre. It is a complicated composite structure, built up by many different materials, and a full experimental evaluation of its dynamic properties is clearly impossible. It is therefore described by an 'equivalent structure' built up by steel wires and isotropic rubber. The wires have frequency independent properties while the rubber is described by a viscoelastic fractional Kelvin-Voigt model. It has rather few parameters, which are determined by inverse procedures applied to

experimental data for a piece of rubber, a tyre sample and the full tyre structure. An FE model based on the determined viscoelastic data, and the geometry and static stiffness supplied by a tyre manufacturer, predicts dynamic response that agrees favourably with experiments.

Mo. 13:50 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

Näherungsverfahren zur Berechnung der abgestrahlten Schallleistung - eine Fallstudie

S. Marburg^a und D. Fritze^b

^a*TU Dresden, Institut für Festkörpermechanik;* ^b*Carcoustics Deutschland GmbH*

Um eine schwingende Struktur akustisch beurteilen zu können, eignet sich die abgestrahlte Schallleistung bei akustischen Außenraumproblemen am besten. Eine (numerisch) exakte Berechnung der Schallleistung ist leider vergleichsweise aufwendig, weshalb eine Reihe von Näherungsverfahren entwickelt wurden. Dieser Vortrag behandelt drei Näherungsverfahren. Zum einen handelt es sich dabei um das sogenannte Lumped Parameter Modell (LPM) nach Fahline und Koopmann (im Deutschen auch als Direkte-Finite-Elemente-Methode nach Hübner bekannt), ferner um die Abschätzung der im Englischen als Equivalent Radiated Power (ERP) bekannten Variante, die den Abstrahlgrad eins voraussetzt sowie schließlich eine Abschätzung der abgestrahlten Schallleistung auf Basis der Volumengeschwindigkeit (VV).

An zwei Beispielen, einem PkW-Bodenblech und einem 6-Zylinder-Diesel-Motor werden die Näherungslösungen der (numerisch)exakten Lösung mit der BEM gegenübergestellt. Schließlich werden einige Schlußfolgerungen hinsichtlich der Anwendbarkeit dieser Verfahren gezogen.

Mo. 14:15 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

An in situ measurement method for characterisation of structure-borne sound sources

A. Moorhouse

University of Salford (UK)

'Characterisation' means acquiring data to describe the strength of a source, for example to a purchaser, consultant, planner or regulator: it is needed to help predict, prevent, reduce and regulate unwanted structure-borne sound. However, while there is a clear need, measurement standards are not well developed due to unsolved practical problems. A new approach will be presented in which the blocked force of a structure-borne sound source is obtained from measurements made in situ, i.e. with the source rigidly connected to a receiver structure. It is argued that provides a possible solution for previously intractable cases, for example building-mounted wind turbines. Secondly, it allows a theoretically exact transfer path analysis to be conducted with a fully assembled structure, such as a vehicle, i.e. without any need for disassembly.

The theory will be presented together with a number of in results have validated by numerical simulation and measurement on various structures.

Mo. 14:40 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

Interface mobilities for structure-borne sound source characterization and the description of the transmission process

H. Bonhoff und B.A.T. Petersson

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

The processing of measured or calculated source and receiver data in order to obtain e.g. the transmitted power is currently performed by means of the matrix formulation. In addition to the conditioning problems of the matrix formulation in the presence of measurement errors, the interpretation of the results can become cumbersome. With the introduction of interface mobilities, the physical installation is subdivided into a series of theoretical orders. Such interface orders are directly linked to elementary vibrational characteristics such as the rigid-body motion and consequently represent physically highly comprehensible quantities. As it is demonstrated that the coupling between different orders is insignificant, each order can be treated as an equivalent single-point and single-component system. With the gained formal simplicity in combination with the physical transparency, the application of interface mobilities offers a straightforward interpretation which is essential with respect to design. The applicability of fast Fourier transform algorithms for the calculation of the interface mobilities facilitates short computation times. A full set of equations is presented for structure-borne sound source characterization and the description of the transmission process by means of interface mobilities.

Mo. 15:45 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

SB - Noise Control Design Rules and Rules of Thumb revisited by numerical Experiments

K.-R. Kirchner und T. Kohrs

Bombardier Transportation

Noise Control Design Rules and Rules of Thumb are a kind of recipes and valuable tools for the daily noise control by design process as well as for trouble shooting tasks, even so they are rough procedures, practices or guesstimates. A few of these rules are investigated (e.g. Lambda-Half-Rule for Mass and Stiffness) in numerical experiments to show the effect of the applied methods of SBN-reduction with regard to generation (excitation), transmission and radiation. Therefore generic sources (force, velocity) and transmission paths are treated in conjunction with different receiving structures.

Mo. 16:10 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

Stop and pass bands in cross-stiffened plates, a two-dimensional model of structure-borne sound propagation in stiffened platesR. Tschakert*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*

Extensive research has been directed towards the propagation of structure-borne sound in stiffened plates and shells using one-dimensional theoretical models and introducing the effects of periodicity. In cross-stiffened plates, however, the situation is not the same. A two-dimensional, analytic model is presented to calculate the structure-borne sound propagation in stiffened, infinite plates. The continuous force and moment distribution at the beam-like stiffeners are discretised. The response is obtained by means of a superposition of the excitation force and all substitution forces and moments. The spatial attenuation of sound is calculated with respect to the angle of incidence and the ordering of the stiffeners. The results are validated by measurements on a perspex plate with several fashions of parallel and crosswise stiffeners. In cross-stiffened plates distinct stop and pass bands can only be found in the mid frequency range if the propagation path is parallel to the cross-stiffeners. If not the stop and pass bands diminish. The additional propagation paths and wave types lead to a non-smooth progression of the transfer mobility curve over frequency. Due to additional reflections the attenuation of cross-stiffened plates is partly lower than the attenuation of parallel stiffened ones.

Mo. 16:35 Gauß B 554

Vorkolloquium Körperschall

Bending waves and spatially varying structural propertiesB.A.T. Petersson*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*

The implications of spatially varying structural properties for flexural vibrations is addressed for one-dimensional waveguides. A solution to the governing differential equation, based on Bessel functions, enables closed form expressions for the point and transfer dynamic characteristics of finite length, tapered beams. Also, under the assumption of pure bending, a closed form expression has been derived for the semi-infinite wedge, valid under the same conditions as the finite case solution and which can be simply extended to encompass spatial variations obeying non-integer power laws. The influence of tapering on the energy flow is analysed for the flexural wave counterpart to the acoustic horn, constituted by a finite length taper attached to a semi-infinite, uniform beam. It is found that the main distinction to the uniform case is a comparatively broad-banded transition from flexural vibrations governed by the properties of the deep part of the system to vibrations governed by those of the slender part.

Fachvorträge am Dienstag, den 16.03.2010

Di. 14:30 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Untersuchung des Einflusses syntaktischer Komplexität auf neuronale Aktivierungen

D. Wendt, S. Uppenkamp und B. Kollmeier

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Die linguistische Komplexität eines Satzes hat einen Einfluss auf die Sprachverständlichkeit. Dieser Effekt wurde bereits in verschiedenen psychoakustischen Studien nachgewiesen. Dabei wurde bei kanonischen vs. nicht-kanonischen Sätzen, Subjekt- vs. Objektrelativsätzen und Passiv- vs. Aktivsätzen ein Einfluss der linguistischen Komplexität auf die Sprachverarbeitung nachgewiesen. Untersuchungsgegenstand dieser Studie ist der Einfluß der Syntax eines gehörten Satzes auf kortikaler Ebene. Hierzu wird Satzmaterial verwendet, das im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes in Oldenburg im Hinblick auf eine systematische Variation der syntaktischen Komplexität bei gleichbleibendem Signal-Rausch-Verhältnis konstruiert wurde. Die Sätze lassen sich in sieben unterschiedlich komplexe Kategorien einordnen. Dabei wurden subjektinitiale Sätze sowie objektinitiale Sätze mit und ohne syntaktische Mehrdeutigkeit (Ambiguität) verwendet. Außerdem wurden Subjektrelativsätze und Objektrelativsätze mit früher und später Ambiguität entwickelt. Die Aktivierung im Kortex wird mit funktioneller MR-Tomographie untersucht, um die Regionen zu identifizieren, die eine parametrische Änderung der BOLD-Signalstärke mit der vordefinierten Variation der syntaktischen Komplexität zeigen. Zusätzlich wurden einfache Wortlisten ohne syntaktische Struktur und ein sprachsimuliertes stationäres Rauschen als Kontrollbedingungen verwendet. Aufgabe der Versuchsperson war es jeweils, zu beurteilen, ob es sich um einen grammatikalisch richtigen Satz handelte. Die ersten Ergebnisse bei elf Probanden zeigen eine Änderung der Signalstärke mit der syntaktischen Komplexität im Broca-Areal.

Di. 14:55 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Quantifizierung des Sprachverständlichkeitsgewinns durch Richtungsfilterung im Hörgerät: Vergleich verschiedener Algorithmen

^aHoertech gGmbH; ^bInstitut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.; ^cHörszentrum Oldenburg GmbH; ^dSiemens Audiologische Technik GmbH

T. Herzke^a, S. Franz^b, M. Vormann^c, M. Müller-Wehlau^d und J. Bitzer^b

Gegenüber einkanaligen Störgeräuschreduktionsalgorithmen können Algorithmen zur Richtungsfilterung, die Signale von mehreren Mikrofonen kombinieren, größere Gewinne bei der Sprachverständlichkeit erzielen. Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes Modellbasierte Hörsysteme wurden mehrere Richtungsfilter-Algorithmen auf dem HörTech Master Hearing Aid implementiert und sowohl miteinander als auch mit

einem aktuellen kommerziellen Hörgerät verglichen. Das Master Hearing Aid ist eine Software, die Audiosignalverarbeitung für Hörgeräte auf PC-Hardware bei niedrigem Delay ermöglicht. Die Vergleichsmessungen wurden mit 15 schwerhörenden Versuchspersonen durchgeführt. Der Hörverlust wurde auf dem Software-Hörgerät und auf dem kommerziellen Hörgerät in gleicher Weise durch lineare Verstärkung versorgt. Sprachverständlichkeit wurde mit dem Oldenburger Satztest gemessen. Dabei kam das Sprachsignal stets von Vorne und das Störgeräusch aus unterschiedlichen Richtungen. Erste Ergebnisse mit festen Störquellen und einem Adaptiven Richtmikrophon nach Elko (Adaptive Differential Microphone) deuten daraufhin, dass eine Verbesserung des Ausgleichs der durch dieses Filter bewirkten Kammfiltercharakteristik durch ein rechenaufwändigeres und genaueres Tiefpassfilter auch eine signifikante Verbesserung der Sprachverständlichkeit zur Folge hat, sich der zusätzliche Rechenaufwand folglich lohnt. Dieses und weitere Ergebnisse sowie die verwendeten Algorithmen für das Software-Hörgerät werden auf der Tagung vorgestellt.

Di. 15:20 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Active Control in Hearing Aids reducing low-frequency variations

T. Zurbrügg und A. Stirnemann

Phonak AG

One of the major challenges in fitting hearing aids are substantial variations in the real-ear responses between subjects as well as differences between reinsertions of the hearing aid within one subject.

In mid and low frequencies, these variations mainly originate from un-tight fits leading to leakage. To some extent, they are also due to variations in the individual acoustic impedance (residual ear-canal volume and middle ear compliance) and uncertainties regarding vent geometry and receiver roll-off.

The traditional approach would be an in-situ measurement along with a static compensation. However, the acceptance of this solution by hearing aid professionals is limited because it is time-consuming. In addition, the insertion of a probe tube typically influences the leakage, which leads to potentially inaccurate measurements for low frequencies.

A novel solution is the use of active control with a microphone inside the ear-canal. A classical closed-loop feedback control approach not only reduces noise such as bone-conducted own-voice leading to the occlusion effect, but also decreases the spread in the real-ear responses.

The presented results show considerable reductions in variations in the real-ear responses of a typical configuration. The simulations are verified by means of measurements with normal-hearing subjects.

Di. 15:45 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Subjektiver Vergleich individueller Entzerrungsfunktionen für Hörgeräte mit geschlossenen Otoplastiken

T. Sankowsky, E. Rasumow, M. Blau und K. Plotz

Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.

In der Hörgeräteeinpassung ist es erforderlich neben der Verstärkung zum Ausgleich des Hörverlustes die Verstärkung des offenen Gehörgangs (OEG) sowie die Übertragungseigenschaften des verschlossenen Gehörgangs zu berücksichtigen. Im Allgemeinen werden hierfür entweder mittlere Modelle oder gemessene Schalldrücke als Referenz verwendet. Für den verschlossenen Gehörgang lässt sich aber auch eine Übertragungsfunktion auf Basis einer Messung der Reflektanz des Gehörgangs an der Innenseite der Otoplastik schätzen.

In einem subjektiven Vergleich mit 10 normalhörenden Versuchspersonen wurde die Darbietung eines Musiksignals über HdO-Hörgerätedummies mit geschlossenen Otoplastiken bei verschiedenen Entzerrungsfunktionen mit einer Freifelddarbietung verglichen.

Entzerrungsfunktionen, die aus Insitumessungen, geschätzten individuellen Gehörgangsmodellen sowie aus mittleren Gehörgangsmodellen bestimmt wurden, sind in den Vergleich mit aufgenommen worden. Als OEG wurden jeweils die individuell gemessenen, sowie eine mittlere OEG verwendet. Die Ergebnisse des Vergleiches werden präsentiert und diskutiert.

Di. 16:10 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Zum Begriff des 'Trommelfellschalldrucks' - eine Neubetrachtung unter Verwendung Finiter Elemente.

H. Hudde und A. Aumann

Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik

Bekanntlich ist die Angabe des häufig als Referenzsignal verwendeten "Trommelfellschalldrucks" nicht ohne Weiteres möglich, weil der Schalldruck in der Realität über der Trommelfellfläche variiert. Die Schalldruckunterschiede nehmen zwar erst oberhalb von etwa 6 kHz praxisrelevante Werte von mehr als 2 dB an, werden jedoch extrem groß, wenn die Frequenz so groß ist, dass die erste Schalldruck-Nullstelle im Bereich des Trommelfells auftritt. Da die Schätzmethode für den Trommelfellschalldruck in letzter Zeit auch für hohe Audiofrequenzen erheblich verbessert werden konnten, bekommt die Frage nach einer sinnvollen Definition des Trommelfellschalldrucks neue Relevanz. In der Vergangenheit wurde der Trommelfellschalldruck oft anhand eines Netzwerkmodells als Druck an einer am Umbo wirksamen "Trommelfellimpedanz" definiert. Dieser Druck entspricht damit nicht einem direkt messbaren Schalldruck, sondern einer aus Messergebnissen nur rechnerisch ableitbaren Größe. Durch Anwendung eines Finite-Elemente-Modells von

Gehörgang und Mittelohr ist es möglich, die Definition des Trommelfellschalldrucks auf eine solide Basis zu stellen. Unter diesem Aspekt wurden der Schalldruck am Umbo, der mittlere Schalldruck in einem gewissen Bereich um den Umbo herum, der über das gesamte Trommelfell gemittelte Schalldruck und der Schalldruck im tympanomeatalen Winkel untersucht. Es zeigt sich, dass der Schalldruck im tympanomeatalen Winkel nach einer geringfügigen Korrektur gut als "Trommelfellschalldruck" geeignet ist.

Di. 16:35 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Untersuchungen zur Knochenleitungs-Stimulation von otoakustischen Distorsionsprodukten

M. Zebian^{a,b}, J. Hensel^a und T. Fedtke^a

^aPhysikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig; ^bInternational Graduate School of Metrology (IGSM)

Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen (DPOAEs) gewinnen immer mehr an Bedeutung in der klinischen Diagnostik. Zur Auslösung von DPOAEs werden zwei Reintöne unterschiedlicher Frequenzen normalerweise über in eine Mess-Sonde eingebaute Miniatur-Lautsprecher wiedergegeben. Mit dem Sondenmikrofon kann bei intakten äußeren Haarzellen das sogenannte kubische Distorsionsprodukt registriert werden. Die Schallzuführung von den Sondenlautsprechern bis zum Innenohr erfolgt dabei über Luftleitung.

In dieser Studie wurden die DPOAEs nicht, wie üblich, über Luftleitung stimuliert, sondern über Knochenleitung. Purcell (1998) konnte erstmalig nachweisen, dass eine Stimulation von DPOAEs über Knochenleitung zu messbaren Ergebnissen führt. Dies fand in der klinischen Praxis, vor allem wegen der meist ungenauen Kalibrierung von Knochenleitungshörern, bislang keine Anwendung.

Der Kern dieser Arbeit besteht darin, die Stimulation von DPOAEs über Knochenleitung ausführlich zu untersuchen, insbesondere ihre Eignung zur Kalibrierung von DPOAE-Sonden. Im Rahmen einer Pilotstudie wurden einige DP-Gramme und Wachstumsfunktionen bei Knochenleitungs-Stimulation aufgenommen und mit auf Luftleitung beruhenden verglichen. Es wird diskutiert, ob sich daraus ein neuer Weg zur Kalibrierung der Stimuli in äquivalenten Schwellenkraftpegeln entwickeln könnte.

Di. 17:00 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Interpretation von Bezugs-Schwellenschalldruckpegeln neuer Kurzzeitsignale für die objektive Audiometrie

J. Hensel und T. Fedtke

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Nach ISO 389-9 dürfen nicht nur die in IEC 60645-3 genormten Kurzzeit-Hörprüfsignale "Bezugsimpuls" und "Bezugs-Kurztone" für die objektive Audiometrie verwendet werden, sondern auch andere Zeitsignale, sofern sie eindeutig spezifiziert werden. Ihre Bezugs-Schwellenschalldruckpegel (peak-to-peak equivalent Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Level, peRETSPL) sind auf die gleiche Art und Weise zu ermitteln wie die in ISO 389 6 angegebenen peRETSPL von Bezugsimpuls und Bezugs-Kurztone. Diese peRETSPL dienen zur Kalibrierung der Audiometrie-Kette von der Signalerzeugung bis zum "Hörpegel" des Schalldrucks (Hearing Level, HL). Das Konzept des peRETSPL zielt im Wesentlichen auf die mit einfachen Messmitteln (Oszilloskop, Schallpegelmesser) herstellbare Reproduzierbarkeit und Allgemeingültigkeit des Bezugs-Schwellenschalldruckpegels, jedoch nicht darauf, den sich tatsächlich im Gehörgang vor dem Trommelfell einstellenden Schalldruckpegel zu beschreiben. Dies führt zuweilen zu inkonsistent erscheinenden peRETSPL-Werten bei im Zeitverlauf oder im Amplitudenspektrum ähnlichen elektrischen Signalen. Beispielsweise liegen die peRETSPL von Signalen mit gleichem Effektivwert oder sogar identischem Amplitudenbetragsspektrum je nach Zeitverlauf bzw. Nullphasenwinkelspektrum weit auseinander. Dies gilt sogar dann, wenn die Signale bei identischem elektrischem Amplitudenbetragsspektrum identische Hörschwellen erzeugen (Hensel, DAGA2008). Außerdem hängen die peRETSPL vom Typ des verwendeten Ohrsimulators bzw. Kupplers ab. Es werden Wege zur Verbesserung der Kalibrierung im Sinne eines engeren Bezugs zur physiologischen Hörschwelle oder zum Energieinhalt der Signale diskutiert.

Di. 17:25 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Untersuchungen zur Messung von Gehörgangsimpedanzen bei KleinkindernJ. Fels^a, M.J. Herring Jensen^b und M. Rung^b^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*Widex A/S, Audiological Research*

Für die Messung und Entwicklung von Hörgeräten werden so genannte Kuppler verwendet. Kinder- oder Babykuppler gibt es jedoch zurzeit noch nicht. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Gehörgangsimpedanzen von Kindern besonders in den ersten 6 Lebensjahren verändern und hier stark von Erwachsenen abweichend.

Die wichtigste Altersgruppe sind jedoch die Kleinkinder, die jünger als 2-3 Jahre sind, hier weichen die Gehörgangsimpedanzen extrem von

standardisierten Daten ab - eine Anpassung von Hörgeräten erfolgt aber oft schon im Alter von 6 Monaten.

Ein besonderes Problem in dieser Altersgruppe stellt jedoch die In-Situ Messung von Gehörgangsimpedanzen dar. Durch den kleinen Gehörgangseingang sind besonders kleine Messsonden notwendig. Durch die Verwendung von sehr kleinen Sonden treten jedoch messtechnische Probleme auf. Eine Simulation basierend auf Gehörgangsgeometrien wäre zwar möglich, jedoch fehlt das Wissen über die genauen Randbedingungen wie zum Beispiel die Trommelfellimpedanz bei Kleinkindern. In diesem Beitrag werden Untersuchungen zur Messtechnik für die Erhebung Gehörgangsimpedanzen bei Kleinkindern vorgestellt.

Di. 17:50 Atze-Theater

Audiologische Akustik I

Entwicklung eines Sprachkorpus zur Bestimmung des Sprachverstehens bei variabler linguistischer Komplexität

V. Uslar^a, T. Brand^a, M. Hanke^b, R. Carroll^b, E. Ruigendijk^c, C. Hamann^b und B. Kollmeier^a

^aMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg; ^bSem. Angli/Amerikan, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg; ^cSem. Niederlandistik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Verschiedene Forschungsarbeiten zeigen, dass Sprachverstehen in akustisch anspruchsvollen Situationen nicht allein vom sensorisch-akustischen Hörvermögen abhängt sondern auch von kognitiven Fähigkeiten des Hörers (z.B. Kapazität des Arbeitsgedächtnis oder maximale Leistungsfähigkeit des Sprachperzeptions-Systems). Zur systematischen Erfassung des relativen Einflusses dieser Größen wurde im Rahmen des DFG-Projektes AULIN (AUdiologie und LINGuistik) ein Sprachkorpus mit Sätzen abgestufter linguistischer Komplexität entwickelt und evaluiert.

Der Korpus besteht aus sieben Satztypen, die sich in zwei Kategorien zusammenfassen lassen: Sätze mit Subjekt-Verb-Objekt- bzw. Objekt-Verb-Subjekt-Struktur ("Der stille Postbote grüßt den dicken Frisör.") und Sätze mit Relativsatzeinbettung ("Der Arzt, der die Lehrerinnen beschenkt, niest."). Innerhalb dieser Kategorien gibt es zudem Sätze, die bis zu einer bestimmten Stelle im Satz mehrdeutig sind ("Die gute Köchin umarmt der/den brave/n Polizist/en."; "Die Postboten, die die Lehrerinnen filmen/filmt, zittern.").

Die Evaluation des Satzmaterials wurde mit insgesamt 24 normalhörenden Versuchspersonen durchgeführt. Es zeigte sich, dass Sätze mit Relativsatzeinbettung durchschnittlich leichter verständlich waren als einfache Subjekt-Verb-Objekt- bzw. Objekt-Verb-Subjekt-Sätze (67,1% bzw. 53,5% Verständlichkeit über das gesamte Testmaterial und alle Personen bei -7dB SNR). Zudem waren starke Unterschiede zwischen den Versuchspersonen zu beobachten (zwischen 46,3% und 70,1% Verständlichkeit für das gesamte Material für einzelne Versuchspersonen).

Das Material scheint somit gut geeignet, um die Einflüsse von linguistischer Komplexität und individueller kognitiver Leistungsfähigkeit auf das Sprachverstehen zu untersuchen.

Di. 14:30 Gauß B 501

Soundscape

Soundscape of European Cities and Landscape - COST TD0804

B. Schulte-Fortkamp^a, K.C. Lam^b, P. Lercher^c, M. Dixon^d, L. Maffei^e, D. Botteldooren^f, B. Brooks^g und K. Genuit^h

^a TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik; ^b The Chinese University of Hong Kong; ^c Medical University of Innsbruck; ^d Independent consultant, London; ^e Sec. Università di Napoli, Facoltà di Architettura; ^f Ghent University, Dep. Information Technology; ^g Brooks Acoustics Corp; ^h HEAD acoustics GmbH

Open Workshop for all interested in Soundscape.

WG-1: Research and planning strategies for different types of soundscapes Inner-city living areas, urban shopping areas, parks, playgrounds, suburban and rural residential areas need different assessment tools and implementation strategies. About soundscape typologies (beyond the source concept) and fit-to-place strategies.

animators: K.C. Lam, Peter Lercher

WG-2: Policy oriented links to the soundscape perspective Sustainability and quiet areas are established but still weakly linked policy goals. How should these and other links be strengthened and followed up ?

animators: Max Dixon, Luigi Maffei

WG-3: Integrated assessment strategies for the sonic environment Different types of soundscapes need appropriate use of sonic assessment tools. A discussion about fit-to-place questionnaires, use of psychoacoustics, auralisation and implementation of multi-modality in soundscape studies (beyond sound recognition)

animators: Dick Botteldooren, Bennett Brooks, Klaus Genuit, Brigitte Schulte-Fortkamp

Di. 14:30 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Bestimmung der dynamischen Materialeigenschaften von künstlichen Stimmlippen mittels optischer Messtechnik

J. Ilg, S.J. Rupitsch, A. Sutor und R. Lerch

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

Für den Ersatz von weichem, menschlichem Gewebe durch technische Materialien hat sich Silikon-Kautschuk als geeignet erwiesen. Deshalb wird dieses Material auch von der DFG Forschergruppe FOR894 - "Strömungsphysikalische Grundlagen der menschlichen Stimmgebung" - zur Nachbildung von künstlichen Stimmlippen eingesetzt. Um die dynamischen Eigenschaften dieses Werkstoffs zu bestimmen, wird die Unterseite eines quaderförmigen Probekörpers von einem Shaker zu harmonischen Schwingungen angeregt und die mechanische Auslenkung auf der Oberfläche an einem einzigen Punkt mit einem Triangulations-Lasersensor ermittelt. Aus dieser Messung und der vorgegebenen Anregung werden Amplituden- und Phasengang des Übertragungsverhaltens dieses Probekörpers ermittelt. Diese Messdaten werden anschließend mit einer FEM-Simulation verglichen, bei der die Materialeigenschaften des Silikons aus statischen Zugversuchen als Startwerte dienen. Durch Variation dieser Materialparameter wird die quadratische Abweichung zwischen gemessenem und simuliertem Amplitudengang minimiert. Diese inverse Methode wird jeweils auf einen kleinen Abschnitt des gesamten Frequenzbereichs der Messung angewandt und man erhält somit diskrete Werte für die Materialparameter in Abhängigkeit von der Frequenz. Durch dieses Verfahren werden Elastizitätsmodul, Querkontraktion und Dämpfungsfaktor von unterschiedlichen Silikonmischungen zwischen 10 Hz und 400 Hz bestimmt. Der Vorteil der Methode begründet sich mit dem sehr einfachen Aufbau und der Ermittlung der dynamischen Materialdaten aus nur einer einzigen Messgröße.

Di. 14:55 Gauß B 554

Stimmphysiologie

3D measurement of vocal fold elasticity using the linear skin rheometerM. Otten^a, F. Müller^b, A.-K. Licht^b, A. Gömmel^c, M. Hess^b und M. Kob^a^a*Hochschule für Musik Detmold*; ^b*Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf*; ^c*RWTH Aachen, LBB*

The accurate simulation of human voice generation with biomechanical models of the larynx requires detailed knowledge of the elastic and geometric properties of the oscillating tissues. A direct approach for assessment of these parameters is the use of the linear skin rheometer, which has already been employed successfully to measure elongation versus applied force orthogonal to the surface of tissues. As the vocal folds and the proximate tissues are reported to be inhomogeneous and anisotropic, the assessment of a complete data set requires multiple measurements in parallel and normal direction to the tissue surface. Since in-vivo measurements are only feasible in the cranial-caudal axis, in this study

excised hemi-larynges were used and a modified measurement method was applied for assessment of 3D elasticity data. To gather a complete set of data, the mucosa was removed after a first set of measurement to allow access to the underlying tissues in a second step. To ensure repeatable measurements, the non-oscillating parts of the larynx were casted in alginate and fixed within a stand that was constructed such that the arytenoid cartilages could be adjusted arbitrarily with a defined force. Measurement results and their impact on FE simulations are reported.

Di. 15:20 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Transient Material Optimization of a Physical Multi-Layered Vocal Fold Model

B. Schmidt^a, M. Döllinger^b, M. Kaltenbacher^c und M. Stingl^d

^aUniv. Erlangen-Nürnberg, Department Mathematik; ^bAbteilung für Phoniatrie, Universitätsklinikum Erlangen; ^cAlps-Adriatic University of Klagenfurt; ^dUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Angew. Mathematik II

Understanding the physical fundamentals of human voice is a challenging and interdisciplinary task. The present work takes a closer look at a physical model of the human larynx, in which the vocal folds are modeled by multi-layered elastic bodies, i.e. silicon layers. In contrast to previous work the dynamic behavior of the model is investigated.

We search for optimal material parameters, so that the movements of surface of the multi-layer model match given vibration patterns as good as possible regarded over a fixed period of time. These reference movements may arise from hemilarynx experiments or may be extracted from 3D high speed camera data recorded during in-vivo experiments using registration techniques.

For this purpose we employ an optimization concept based on a transient finite-element simulation of the model in which the vocal folds are considered linear-elastic bodies and we use an adapted material optimization approach in order to identify optimal material parameters for each layer by assuming isotropic or transversal-isotropic material properties.

We conclude this presentation by a series of experiments with a numerical vocal fold model.

Di. 15:45 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Parameteroptimierung im biomechanischen 3D-Mehr-Massen-Modell

A. Yang^a, M. Stingl^b, J. Lohscheller^c, D. Voigt^a, U. Eysholdt^a und M. Döllinger^a

^aAbteilung für Phoniatrie, Universitätsklinikum Erlangen; ^bUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Angew. Mathematik II; ^cFachhochschule Trier, Fachbereich Informatik

In der klinischen Diagnostik werden Stimmstörungen auf asymmetrische Stimmlippenschwingungen zurückgeführt. Mittels einer endoskopischen

Hochgeschwindigkeitskamera können die asymmetrischen Vibrationen beobachtet und aufgezeichnet werden. Durch ein biomechanisches 3D-Mehr-Massen-Modell (3DM) mit modifizierbaren Modellparametern ist die quantitative Auswertung der Stimmlippenbewegung in 3D möglich. Um zukünftig das 3DM an Stimmlippenbewegungskurven anzupassen, wurde ein Algorithmus entwickelt. Mithilfe der Modellparameter können physiologisch interpretierbare Eigenschaften der Stimmlippendynamik während der Phonation geschätzt werden.

Innerhalb des Algorithmus werden globale und lokale Optimierungsverfahren angewendet. Die Optimierung wird entlang jeder Stimmlippenseite, jedes Querschnitts und jeder Ebene des Modells schrittweise durchgeführt. Die Anwendbarkeit des Algorithmus wird an 50 synthetisch erzeugten symmetrischen Datensätzen gezeigt. Bei den synthetischen Datensätzen wurden 5 Muster von Glottisschlusstypen berücksichtigt. Exemplarisch wurde die Dynamik eines Hemilarynx-Experimentes durch das Modell adaptiert.

In einer weiterführenden Studie soll das Modell mit zugehöriger Optimierungsprozedur an verschiedenen in- und ex-vivo Stimmlippendynamiken auf seine Anwendbarkeit hin überprüft werden. Somit sollen zukünftig aus adaptierten Modellparametern Rückschlüsse auf biomechanische Charakteristika der Stimmlippen vorgenommen werden.

Di. 16:10 Gauß B 554

Stimmphysiologie

3D vocal fold geometry mapping using Magnetic Resonance Imaging

A. Gömmel^a, T. Frauenrath^b, M. Otten^c, T. Niendorf^b, M. Kob^c und C. Butenweg^d

^aRWTH Aachen, LBB; ^bMax-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin, Berlin; ^cHochschule für Musik Detmold; ^dRWTH Aachen

Even if some spatial insight can be obtained by stereoscopy imaging from classical optical methods or ex-vivo experiments, real 3D in-vivo measurements of vocal fold geometry are still elusive. Magnetic resonance imaging (MRI) is conceptually appealing for the pursuit of 3D imaging since it affords sub-millimeter spatial resolution and versatile tissue/muscle/cartilage image contrast. However, MRI comes with the penalty that it requires relatively long scan times. Hence, imaging of moving organs requires consideration of physiological motion. For the phonating vocal folds, periodic oscillation is superimposed by breathing movements (abduction and adduction). While for the first, synchronization cannot be obtained yet, the second can be handled by a customized explicit synchronization technique. The imaging protocol consisted of segmented 3D gradient-echo imaging and segmented 3D ultra-short TE. In vivo imaging on male and female subjects was conducted using a 3.0 T (Achieva, Philips, Best, The Netherlands) in modal and head register. 3D MRI data were included into segmentation to derive boundary conditions for finite-element models of vocal fold oscillation. Thereby, the segmented air volume of the larynx is transformed in splines at different

positions in the anterior-posterior axis of the vocal folds. First results obtained from the FE simulations are shown.

Di. 16:35 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Numerical study of the acoustic sources inside the human larynx by the Finite Element Method

S. Zörner^a, M. Kaltenbacher^a, R. Lerch^b und M. Döllinger^c

^a*Alps-Adriatic University of Klagenfurt*; ^b*Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik*; ^c*Abteilung für Phoniatrie, Universitätsklinikum Erlangen*

Human phonation is the result of the interaction of different physical fields. Fluid flow through the trachea generates vibrations of the vocal folds, which are positioned inside the larynx. Therewith, fluid flow as well as me- chanical vibrational induced sound is produced. A numerical scheme based on the 2d Finite Element method will be pre- sented, which allows to reveal the different mechanisms of voice produc- tion. Our investigations prove that the main parts within the primary acous- tic signal are generated by fluid flow. However, the vibration induced sound generated by the oscillations of the vocal folds plays a minor role. Concerning the flow induced sound, we may distinguish between the pulsating flow driven by the vocal folds oscillations and strong variations of fluid flow velocities due to the Coanda effect. The first phenomena induces a tonal signal, whereas the second phenomena generates vortices of different scales producing a broadband acoustic signal.

Di. 17:00 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Sensitivity of Aeroacoustic Source Distribution for Different Glottal Motion Patterns

W. Mattheus^a, S. Zörner^b, M. Triep^a, M. Stingl^c, M. Döllinger^d, R. Schwarze^a, M. Kaltenbacher^b und C. Brückner^a

^a*Institut für Mechanik und Fluidodynamik, TU Bergakademie Freiberg*;

^b*Alps-Adriatic University of Klagenfurt*; ^c*Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Angew. Mathematik II*; ^d*Abteilung für Phoniatrie, Universitätsklinikum Erlangen*

The modulation of the air flow resulting from the oscillation pattern of the human vocal folds represents the main acoustic source in human voice generation. The present investigation uses a three-dimensional numerical model of the vocal folds and shows the connection between glottal motion pattern, the supraglottal flow field and the flow induced acoustic field. In a hybrid approach the Navier-Stokes equations for incompressible fluid flow are numerically solved and the aeroacoustic source terms for the inhomogeneous wave equation are determined by Light-hill's acoustic analogy. Coherent flow structures generated in the shear layer of the supraglottal jet flow and small-scale fluctuations occurring during the turbulent decay of the jet contribute to the acoustic source terms in the supraglottal flow field. In case of asymmetric vocal folds

movement during phonation cycle the supraglottal jet is deflected out of central axis and shows a stronger interaction with the walls of the vocal tract. It is assumed that these interactions result in a change of the harmonic to noise ratio (HNR) in the generated primary voice signal. The HNR is used as a voice quality indicator.

Di. 17:25 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Trennung von tonalen und breitbandigen Schallquellen bei der menschlichen Phonation

S. Kniesburges^a und S. Becker^b

^aUniversität Erlangen-Nürnberg; ^bUniv. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik

In bisherigen Untersuchungen zur Schallentstehung während der menschlichen Phonation wurde ein Versuchsstand entwickelt, der künstliche Modelle der menschlichen Stimmlippen enthält. Die Modelle wurden mit einem für die menschliche Phonation charakteristischen Massenstrom angeströmt und begannen mit einer Frequenz zwischen 60 Hz und 100 Hz zu schwingen. Dabei wurde ein akustischer Schall erzeugt, der sowohl tonale als auch breitbandige Anteile besaß. Aufgrund von Nebengeräuschen in der Anströmung konnte bisher nur begrenzt eine Korrelation der Schallanteile zu den Quelltermen im Prozess der Fluid-Struktur-Interaktion der Stimmlippenschwingungen hergestellt werden. Daher wurde ein neuer Versuchsaufbau mit einer Schalldämpferanordnung konzipiert, welcher eine geräuscharme und gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung in der Zuströmung ermöglicht. Die Messstrecke ist hierbei so ausgelegt, dass das Anströmprofil vor den Stimmlippen frei von störenden akustischen Wellen ist.

Mit diesem Versuchsaufbau konnten synchrone Messungen des akustischen Drucks im Fernfeld, des hydrodynamischen Drucks im subglottalen Bereich und der Strömungsgeschwindigkeit im supraglottalen Gebiet durchgeführt werden. Alle Messungen erfolgten hierfür in einem schalltoten Raum. In den Untersuchungen wurden sowohl die Vorspannungen in den Stimmlippen als auch die Steifigkeiten des Stimmlippenmaterials variiert. Durch eine detaillierte Analyse der Messsignale war es möglich die relevanten akustischen Quellen innerhalb des Prozesses zu identifizieren und zu bewerten.

Di. 17:50 Gauß B 554

Stimmphysiologie

Automatische Diagnose von Stimmstörungen mittels phonovibrographischer Merkmalsbeschreibungen

D. Voigt^a, A. Yang^a, M. Döllinger^a, U. Eysholdt^a und J. Lohscheller^b

^aAbteilung für Phoniatrie, Universitätsklinikum Erlangen; ^bFachhochschule Trier, Fachbereich Informatik

Die klinische Stimmdiagnostik basiert neben der Auswertung akustischer Stimmparameter auf einer videoendoskopischen Untersuchung der dynamischen Stimmlippeneigenschaften. Als besonders geeignet

haben sich hierfür Hochgeschwindigkeitskameras erwiesen, da sie derzeit als einziges technisches Verfahren die Möglichkeit bieten, die laryngeale Dynamik in Echtzeit aufzuzeichnen. Problematisch ist jedoch, dass die klinische Auswertung der resultierenden Hochgeschwindigkeitsvideos sehr zeitintensiv ist und die abgeleiteten subjektiven Diagnosen stark zwischen verschiedenen Untersuchern variieren.

In dieser Arbeit wird ein objektives Klassifikationsverfahren vorgestellt, das automatisch und zuverlässig zwischen normalen und gestörten Stimmlippenschwingungen unterscheidet. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf Stimmerkrankungen, die sich vor allem durch ihr pathologisches Bewegungsmuster und nicht durch statische, organische Merkmale manifestieren (Paresen, funktionelle Störungen). Für eine Reihe exemplarischer Hochgeschwindigkeitsaufnahmen wurden mithilfe eines neuartigen Analyseverfahrens, der Phonovibrographie, quantitative Merkmale extrahiert. Diese charakteristischen Beschreibungen der Bewegungsvorgänge wurden mit verschiedenen Datenanalyseverfahren untersucht. Die dabei gewonnenen Klassifikationsmodelle ermöglichen die automatische Zuordnung klinischer Fälle zu den Krankheitsklassen. Mit einer Reihe von Hochgeschwindigkeitsvideos, deren zugrunde liegende Diagnosen zwar bekannt, die aber zu Evaluierungszwecken vorgehaltenen wurden, wurde die Sensitivität und Spezifität des Klassifikationssystems ermittelt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das vorgestellte Verfahren mit sehr hoher Genauigkeit klassifiziert und der Arzt bei der zu treffenden klinischen Diagnostik schnell, zuverlässig und objektiv unterstützt wird.

Di. 14:55 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

From ray to beam tracing and diffraction - an analytical prognosis formula for the trade-off between accuracy and computation time

A. Pohl und U.M. Stephenson

HafenCity Universität Hamburg

In geometric acoustics two simulation methods are in use. The ray tracing method (RT) loses accuracy because of spatially extended receivers while the classical mirror image source method (MISM) suffers from an exponentially increasing computation time with the reflection order. Beam tracing (BT), i.e. tracing of spatially extended rays, can be understood as a combination of MISM and RT with punctual receivers (beams automatically represent only visible image sources). The aim of this paper is to prepare the implementation of Quantized Pyramidal Beam Tracing (QPBT) and so allow higher order diffractions avoiding the explosion of computation time by a re-unification of beams, not of rays. So, before implementing a beam diffraction method, the gain of efficiency by using BT instead of RT should be investigated. We analytically show that BT is, for same accuracy, much more efficient than RT with even at highest order less beams than rays (as if many rays travel in a beam). This increasing efficiency also holds for edge diffraction. A lot of numerical experiments have been performed, for demonstration first in 2D.

The effect of simulation parameters on computation time, room acoustic parameters and the accuracy of echograms will be shown.

Di. 15:20 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

Room division into convex sub-spaces and its benefits to calculation time and diffraction simulation with ray tracing

A. Pohl und U.M. Stephenson

HafenCity Universität Hamburg

Ray- or beam tracing is frequently used in geometrical room and city acoustics, but suffers from the deficiency of lacking diffraction simulation. A convex sub-division (CSD) by introducing virtual, i.e. acoustic transparent, walls is advantageous for the automatic detection of diffracting edges as well as for a reduction of computation time (CT). This is a part of a project to implement a Quantized Pyramidal Beam Tracing (QPBT) where Stephenson's sound particle diffraction module is embedded. This module is based on the uncertainty principle and requires the detection of sound particles passing by diffracting edges. As a first approach, the experiments are restricted to 2D (so edges are actually vertices). Some CSD methods (also one by Stephenson) already exist for connected polygons, but in city acoustics the city map is perforated by obstacles (buildings). A 2D CSD method is presented which works also on such perforated geometries. With CSD, the CT of ray tracing depends only on the total length of the inserted walls, but almost not on the number of vertices. The CSD itself has a CT in the magnitude of ray tracing with one reflection. An analytical prediction formula of that speed-up is derived and compared with numerical experiments.

Di. 15:45 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

Some further experiments with the beam diffraction model based on the uncertainty relation - is it valid also with double diffraction?

U.M. Stephenson

HafenCity Universität Hamburg

In room and especially in city acoustics, the problem of an efficient introduction of diffraction into ray tracing is still unsolved. The author's energetic approach to diffraction based on the uncertainty relation (UR) has been improved in recent years in several steps. It has been extended to the more efficient beam tracing technique and tested for many additional configurations, validated at the single screen and the slit as reference cases, compared with Svensson's exact wave-theoretical secondary edge source model. Last year, some discrepancies occurred, mainly with the non-fulfilling of the reciprocity principle in some cases. To overcome this, some improved by-pass-distance- and angle-dependent diffraction functions have been tested. Furthermore, the applicability of the model to double diffraction has been investigated, a) at a slit, but now with finite source and receiver distances, b) at two edges in cascade, forming a "thick" obstacle. The aim is to apply the UR based energetic model to

higher order diffraction and, to avoid an explosion of computation time, once to combine it with Quantized Pyramidal Beam Tracing (QPBT).

Di. 16:10 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

Application of GUM concepts on uncertainties caused by microphone placement

I. Witew^a, D. de Vries^b and M. Vorländer^a

^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*Delft University of Technology*

The rules for conducting acoustical measurements in auditoria are described in ISO 3382. In this standard it is defined how many source-receiver combinations - depending on the room size - have to be measured in order to derive general properties of the acoustic conditions. Over the years, however, it turned out that some parameters, such as Early Decay Time (EDT) or Strength (G), are strongly depending on the source-receiver distance, and hence, averaging over a number of source-receiver combinations will lead to a loss of information that will make proper conclusions impossible. In 1999 detailed measurements, conducted at Concertgebouw Amsterdam, showed that already small changes in the microphone position are sufficient to produce measurable fluctuations in parameters of lateral sound incidence. In this case study the tools of the "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements" (GUM) are used to develop an understanding to which extend singular measurements are suitable to describe the acoustical properties of entire audience areas in the Concertgebouw. As a result it is shown how filtering of the impulse response affects this uncertainty.

Di. 17:00 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

Uncertainties of IACC related to dummy head orientation

I. Witew^a, A. Lindau^b, J. van Dorp Schuitman^c, M. Vorländer^a, S. Weinzierl^b und D. de Vries^c

^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation;* ^c*Delft University of Technology*

In ISO 3382 the interaural cross correlation coefficient IACC is identified as a parameter to predict the perception of spatial impression in auditoria from binaural impulse response measurements. Depending on the exact calculus IACC is thought to predict either listener envelopment (LEV) or apparent source width (ASW). Despite standardisation there is no general consensus about the correct measurement and calculation procedure. Moreover, the generalisability and the perceptual relevance of IACC have not been clearly verified yet. This may be a reason why IACC didn't get to be widely used in the acoustic community. In this contribution the concept of the Guide to the expression of Uncertainties in Measurements (GUM) is used to discuss the influence of inaccurate alignment of the artificial head to the sound source on the measurement uncertainty of IACC. This is done based on binaural impulse response

measurements conducted with a dummy head which is freely adjustable above the torso in azimuth and elevation. These binaural data sets were collected in rooms different in size and reverberation time. The significance of this uncertainty contribution is judged with respect to just noticeable differences and compared to recently proposed, more robust signal based predictors for spaciousness.

Di. 17:25 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

Perception of scattering coefficient in auralized concert halls

R. Vitale und S. Pelzer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Scattering is an important factor in room acoustic simulations. It defines the amount of diffuse sound within a simulated enclosed space. In recent years, the effort in obtaining proper scattering coefficients, both by means of measurements and numerical simulations, has more and more increased. However, the extent to which variations of the scattering coefficients are audible remains unclear.

This paper presents a preliminary study for quantifying the just noticeable difference for different scattering coefficients associated to lateral walls of a simulated concert hall. The research aims to determine the influence on sound and music perception due to variations in the scattering coefficients.

In a first stage, a modern concert hall will be modelled and acoustically simulated. Several binaural room impulse responses, obtained using different scattering coefficients for lateral wall diffusers, will be folded with certain music signals and evaluated in listening tests. These results will be presented and discussed.

Di. 17:50 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation I

Untersuchungen zur Wahrnehmung früher Deckenreflexionen

F. Melchior^a, F. Gries^b, U. Heusinger^b und J. Liebetrau^b

^aIOSONO GmbH; ^bFraunhofer IDMT

Frühe Reflexionen spielen in der virtuellen Akustik eine sehr große Rolle und tragen maßgeblich zum Höreindruck bei. Daher waren Untersuchungen zum Einfluss und der Wahrnehmung dieser Reflexionen häufiger Bestandteil von Forschungen in der Akustik. Bisherige Studien beschäftigten sich in der Mehrzahl mit Reflexionen, die aus der Horizontalebene eintreffen. Um Räume akustisch korrekt nachbilden zu können, müssen weitere Ebenen berücksichtigt werden, z.B. die Frontalebene oder die Medianebene. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund einer Dimensionierung räumlicher Tonwiedergabesysteme zur auralisation von Bedeutung. In dieser Arbeit wird die Wahrnehmungsschwelle früher Reflexionen in der Medianebene untersucht. Die Ergebnisse eines Hörexperiments werden präsentiert und diskutiert.

Di. 14:30 Grashof C 20

Funktionale Raumakustik

Funktionale Akustik für alle Nutzungen realer RäumeH.V. Fuchs*Forschungsgesellschaft für Systemsicherheit und Arbeitsmedizin*

Für Akustiker beeinflusst der Raum jede Klangerfaltung auf vielfältige Weise, so als müssten ihn alle Darbieter entsprechend seinen akustischen Eigenheiten nutzungsabhängig berücksichtigen. Für Tonmeister ist der Raum dagegen nur eine lästige Hürde zu seinem eigenen Klangbild, das sie sich aus Partitur, Wünschen des jeweiligen Dirigenten und Produzenten sowie eingängigen Hörgewohnheiten bilden. Wegen der vorherrschend schlechten Konditionierung der Räume aus Kostengründen, Zeitmangel und Bequemlichkeit dominiert heute allgemein Nahfeld-Polymikrofonie und elektronische Nachbearbeitung. Beide Berufsgruppen verkennen, dass der Raum bei einem guten Ensemblespiel überhaupt erst das mehrdimensionale Klangfeld schafft, in dem nach E. Skudrzyk "der Schall lebendig und räumlich von einer Stimme zur anderen überspringt". Um aber seine für Darbietung, Aufnahme und Wiedergabe von Musik und Sprache gleichermaßen notwendigen Funktionen erfüllen zu können, sollte der Raum idealer Weise eine zu tiefen Frequenzen abfallende Nachhallzeit aufweisen. Wenn man ihm dagegen nach DIN 18041-2004 einen zu den Tiefen ansteigenden Nachhall gestattet, entsteht Klang-Mulm, der das Live-Erlebnis stört und jede Reproduktion erschwert. Es werden Räume besprochen, die für ihre in jeder Hinsicht phänomenale Akustik weltberühmt wurden, die aber dieser Norm widersprechen. Dieser Vortrag steht im Zusammenhang mit dem von P.K. Burkowitz; beide bereiten das Demonstrations-Konzert am Dienstag in der Jesus-Christus-Kirche vor, s. Programmheft auf S. 24

Di. 14:55 Grashof C 20

Funktionale Raumakustik

Von der funktionellen Akustik realer Räume zur virtuellen Akustik der WiedergabeP. Burkowitz*Hannover*

Tonmeister "übersetzen" quasi als Klang-Dolmetscher mittels ihres speziellen Wissens und vielfältigen Instrumentariums den in der realakustischen Domäne empfangenen Klang in das virtuell-akustische Klangbild der Lautsprecher - wobei das Vokabular für die Beschreibung von technisch wiedergegebenem Klang noch komplexer ist, als das für den Klang im realen Raum. Die raumakustische Darbietungsumgebung hat aber beträchtlichen Einfluss auf die qualitative Ausprägung des erreichbaren Aufnahmeklangs. Sie bedingt beispielsweise, ob mit sinnvoll knapper und bestmöglicher Mikrophonierung aufgenommen werden kann, oder ob eigentlich unnötige Polymikrofonie, synthetischer Hall u.a. erforderlich sind. Seit der "Entdeckung" der Jesus-Christus-Kirche in Berlin-Dahlem für Aufnahme-Zwecke 1948, der Aufdeckung der Ursachen für

ihren herausragenden Klang durch den Autor (v.a. die zu den Tiefen abfallende Nachhallzeit), der Übertragung dieser Erkenntnisse auf die Säle des Rundfunkzentrums in Berlin-Oberschöneweide durch G. Steinke und begeisterten Resonanz auch von Konzertbesuchern in diesen Räumen, kann kein Zweifel mehr bestehen, dass Räume mit diesen akustischen Eigenschaften sich besser als solche nach DIN 18041 sowohl für das unmittelbare, also das "live"-Hören, als auch für Aufnahmen, also für das mittelbare Hören, eignen. In diesem Beitrag werden die heutige Situation beim Aufnehmen beschrieben und Argumente zur Erarbeitung einer Raumakustik-Norm vorgetragen, die den Bedürfnissen der Darbietenden, Zuhörenden und Aufnehmenden mehr entgegenkommt.

Di. 15:20 Grashof C 20

Auditorisch-visuelle Sprache

Ein dreistufiger Ansatz zur Evaluation von audio-visueller Systemausgabe

C. Kühnel, B. Weiss und S. Möller

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Die Vorzüge der audio-visuellen Sprachausgabe - wie zum Beispiel ein verbessertes Hörverstehen - haben zu einer verstärkten Anwendung von sogenannten ‚Sprechenden Köpfen‘ geführt. Diese werden zum Beispiel zum Erlernen von Fremdsprachen oder in der Logopädie eingesetzt. Weiterhin wird untersucht, ob ‚Sprechende Köpfe‘ Schwerhörige beim Telefonieren unterstützen können und es besteht die Hoffnung, dass Sprechende Köpfe als Systemausgabe die Mensch-Maschine Kommunikation verbessern werden. Trotz dieses breiten Einsatzfeldes gibt es neben der Überprüfung des Textverstehens wenige oder keine standardisierten Evaluationsmethoden. Hier setzt unsere Arbeit an. In diesem Beitrag wird ein dreistufiger Ansatz zur Evaluierung von Sprechenden Köpfen vorgestellt. Bei dieser Methodik werden die zu evaluierenden Sprechenden Köpfe zunächst einem passiven Nutzer als Videos präsentiert und von diesem bewertet. In einem zweiten Schritt erfolgt die Bewertung der Sprechenden Köpfe im Anschluss an eine - über ein Wizard-of-Oz-Experiment simulierte - Interaktion in Laborumgebung. Und schließlich bewerten die Nutzer den Sprechenden Kopf als Ausgabekomponente des Endsystems, nachdem sie aufgabenbasiert mit dem System interagiert haben. Jeder einzelne Schritt dieser Methodik wird beispielhaft anhand einer bereits durchgeführten Evaluation im Smart-Home-Bereich erläutert. Zudem wird ein kritischer Überblick über die erzielten Ergebnisse gegeben und es werden Empfehlungen zur Anwendung der Methodik formuliert.

Di. 15:45 Grashof C 20

Auditorisch-visuelle Sprache

Image-based Talking Head: Analysis and SynthesisK. Liu und J. Ostermann*Leibniz Univ. Hannover, Institut für Informationsverarbeitung*

The development of modern human-computer interfaces and their applications such as E-Learning and web-based information services has been the focus of the computer graphics community in recent years. Image-based approaches for animating faces have achieved realistic talking heads. In this paper, our image-based talking head system is presented, which includes two parts: analysis and synthesis. In the analysis part, a subject reading a predefined corpus is recorded first. The recorded audio-visual data is analyzed in order to create a database containing a large number of normalized mouth images and their related information. The synthesis part generates natural looking talking heads from phonetic transcripts by the unit selection algorithm. The phonetic transcripts can be extracted from a TTS (Text-To-Speech) system (for text-driven animation) or from speech by an aligner (for speech-driven animation). The unit selection is to select and concatenate appropriate mouth images from the database by minimizing two costs: lip synchronization and smoothness. The lip synchronization measures how well the unit fits to the phonetic context, and the smoothness cost measures how well two units join together. Finally, the mouth images are stitched at the correct position on the face of a recorded video sequence and the talking head is displayed.

Di. 16:10 Grashof C 20

Auditorisch-visuelle Sprache

Adaptation of a Talking Head System to a Different LanguageM. Zelezny und Z. Krnoul*University of West Bohemia, Plzen (CZ)*

This paper presents new techniques that were developed in order to adapt a talking head system for a different language. Originally, the system is developed for the Czech language. Methods for generation and animation of a 3D face model, speech data processing, and the whole system training were designed for the same language. Recently, experiments were carried out on adaptation of the system to the English and Dutch languages. This paper generalizes these approaches for other languages. Key steps of the methods that are needed to adhere and proposed software tools to use are mentioned. The process of an audio-visual database recording is summarized with the aim to get result data suitable for the lip-tracking method used in the training system. Requirements for a speaker, lighting and acoustical conditions, and data annotation requirements are mentioned. The steps needed for the lip-tracking method are a list of basic speech units for given language, segmentation of the recorded data, and preparation of speech segments for settings of the SAT (Selection of Articulatory Targets) method. At the end are mentioned requirements for the TTS (text-to-speech) system so that from the

text at the input could be obtained synchronized audio-visual speech at the output.

Di. 16:35 Grashof C 20

Auditorisch-visuelle Sprache

LIPPS - Eine dialogbasierte, audio-visuelle Trainingshilfe für das Absehen zum Einsatz mit Schwerhörigen

H.-H. Bothe und H. Gebert

Technical University of Denmark

Menschen mit abnehmender Hörfähigkeit sind zunehmend auf alternative Kommunikationskanäle angewiesen. Das Absehen der sichtbaren Artikulationsbewegungen eines Gesprächspartners stellt dann eine Möglichkeit dar, verbale Äusserungen zu verstehen. Das bewusste Trainieren des Absehens kann auch als Erlernen einer visuellen Sprache betrachtet werden. In diesem Sinne stellt das vorgestellte Projekt den Entwurf und Aufbau eines Sprachlabors für das Absehen dar, welches dem Lehrer eine effektive audio-visuelle Hilfe zur Ergänzung seines Unterrichts bieten kann.

Dazu wurde ein Softwarepaket entworfen, das im Wesentlichen aus einer 3D-Gesichtsanimation mit synchronisierter Sprachvollsynthese, einer natürlichsprachigen Dialogeinheit mit sprecherabhängigem Spracherkenner sowie einem Lehrer-Schüler-Trainingsmodul besteht. Der modulare Aufbau mit zentralem Eventmanager erlaubt die Kombination verschiedener Einzelmodule.

In der hier vorgeschlagenen Version des Trainingsmoduls findet ein hierarchisch strukturierter Aufbau Anwendung, der zunächst wichtige Einzelwörter und kurze Phrasen darstellt, um dann über einfache gesteuerte Dialoge zu einer relativ freien Konversation zu kommen; die vom Lehrer vorgeschlagenen Wörter oder Äusserungen werden dabei systematisch in die Dialogführung eingebaut. Dieses Vorgehen erscheint den Absehschülern durch seine Interaktivität wesentlich interessanter als die sequentielle Präsentation vorgefertigter Videofilme.

In unserem Beitrag werden die aktuelle Version der Trainingshilfe sowie erste Ergebnisse im Einsatz mit schwerhörigen und normalhörenden Schülern vorgestellt.

Di. 17:00 Grashof C 20

Auditorisch-visuelle Sprache

SSI/ModelUI - A Tool for the Acquisition and Annotation of Human Generated Signals

J. Wagner, E. André, M. Kugler und D. Leberle

University of Augsburg

The modelling and simulation of human behaviour during conversations with other humans is crucial for more natural human-computer interaction. This requires the analysis of human generated data recorded in such situations. Since humans express their feeling and intensions through a large number of channels, e.g. speech, mimic or posture, these corpora must include various types of signals. The synchronized recording and

analysis of multiple signals, however, is not a trivial task and requires the use of tailored tools. In this paper we introduce a software component, called SSI/ModelUI, which supports the acquisition and annotation of multimodal corpora. In fact, the tool also allows the building of data driven models based on the labelled segments, which can be used with an online classifier. This way, the tool combines the tasks of recording, annotation and training in a single application.

Di. 14:30 Grashof C 24

Music Processing I

Eine graphbasierte Indexstruktur zum inhaltsbasierten Audioretrieval

A. Höck^a, F. Kurth^a und M. Clausen^b

^aFraunhofer FKIE; ^bBonn University, Computer Science III

Graphbasierte Retrieval- bzw. Ranking-Verfahren haben insbesondere im Bereich des Web-Retrievals zu großen Qualitätssteigerungen der Retrievalergebnisse geführt. Es liegt daher nahe, diese Verfahren in geeigneter Weise für allgemeine Aufgaben im Bereich Multimediaretrieval zu adaptieren. In diesem Beitrag stellen wir vor diesem Hintergrund eine neuartige Indexstruktur zum inhaltsbasierten Audiomatching vor, deren Kernkomponente ein automatisch generierter Ähnlichkeitsgraph für Merkmalsfolgen ist. Hierbei läuft die Suche nach zu einer Anfrage ähnlichen Abschnitten innerhalb einer großen Kollektion von Musikaufnahmen basierend auf dem in einem Vorverarbeitungsschritt aufgebauten Index, in drei Schritten ab. Zunächst werden wenige bezüglich der Anfrage vielversprechende Knoten in dem Merkmalsgraphen identifiziert. Ausgehend von diesen Knoten werden im zweiten Schritt weitere Trefferkandidaten anhand der Struktur des Graphen ausgewählt. Abschließend werden die selektierten Kandidaten exakt bezüglich der Anfrage bewertet und ausgegeben. Die vorgestellte Indexstruktur wird mit bekannten Verfahren zum Audiomatching verglichen und mögliche Einsatzszenarien des graphbasierten Ansatzes werden vorgeschlagen.

Di. 14:55 Grashof C 24

Music Processing I

Musicmatching bei Variabilitäten in der Harmonik und Polyphonie

S. Ewert^a, M. Mueller^b und M. Clausen^a

^aBonn University, Computer Science III; ^bSaarland University and MPI Informatik

Das Ziel des Musicmatching besteht darin, bei Anfrage eines kurzen Musikausschnitts (zum Beispiel einer Passage einer CD-Aufnahme oder eines MIDI-Fragments) alle hierzu musikalisch ähnlichen Ausschnitte innerhalb einer Kollektion von Musikaufnahmen zu identifizieren. Dabei liefern klassische Musicmatching-Methoden selbst dann robust Ergebnisse, wenn sich der angefragte und der zu identifizierende Ausschnitt in Klangfarbe, Instrumentierung oder Dynamik unterscheiden. Unterschiede in Harmonik oder Polyphonie führen jedoch oftmals zu unbefriedigenden Resultaten. So versagen klassische Verfahren häufig, wenn die

Anfrage nur aus einer Melodie besteht, während in der Musikkollektion Gesamtkompositionen enthalten sind. In diesem Beitrag präsentieren wir erste Ergebnisse unserer Analysen, mit denen wir das Ziel verfolgen, klassische Musicmatching-Methoden so anzupassen oder zu erweitern, dass diese auch im Fall von Harmonie- oder Polyphonieunterschieden zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen. Insbesondere berücksichtigen wir dabei als Anfrage dominante Themen und Motive, wie sie typischerweise am Anfang von Notenbänden vermerkt werden, um einzelne Stücke in kompakter Weise zu beschreiben oder zu kennzeichnen.

Di. 15:20 Grashof C 24

Music Processing I

Vergleich von Matching-Techniken für die Detektion gesprochener Phrasen

D. von Zeddelmann^a, F. Kurth^a und M. Mueller^b

^aFraunhofer FKIE; ^bSaarland University and MPI Informatik

In diesem Beitrag wird die Aufgabe betrachtet Suchanfragen, gegeben als kurze Phrasen gesprochener Sprache in akustischen Sprachaufnahmen zu erkennen. Hierzu werden an Stelle klassischer MFCC-Signalmerkmale (Mel Frequency Cepstral Coefficients) eine Variante der sogenannten HFCC-Merkmale (Human Factors Cepstral Coefficients) verwendet, bei der die zu Subbändern zusammengefassten Spektralkoeffizienten zusätzlich zur MFCC-Konstruktion eine perzeptuell motivierte Bandbreite besitzen. Die Tauglichkeit zur Phrasendetektion wird darauf aufbauend durch eine zusätzliche Bildung von Kurzzeitstatistiken erreicht. Die eigentliche Detektion wird mittels eines unüberwachten Matchingansatzes auf zeitlichen Merkmalsfolgen durchgeführt, wobei der Matchingansatz ursprünglich im Gebiet des Music Information Retrievals vorgeschlagen wurde. Die vorgestellte Arbeit verfolgt vor diesem Hintergrund das Ziel, zwei verschiedene Matchingstrategien, das Diagonal Matching und das Subsequence-DTW (Dynamic Time Warping) auf ihre Tauglichkeit zur Phrasendetektion zu analysieren und deren Leistungsfähigkeiten miteinander zu vergleichen. Seitens des DTWs werden dabei verschiedene Parametrisierungen des Basisalgorithmus untersucht. Die Evaluation erfolgt anhand des Kiel-Korpus gesprochener Sprache.

Di. 15:45 Grashof C 24

Music Processing I

Notenschrift-Audio Synchronisation komplexer Orchesterwerke mittels Klavierauszug

V. Thomas, C. Fremerey, S. Ewert und M. Clausen

Bonn University, Computer Science III

Welcher Takt einer Partitur ist gerade auf einer Einspielung des Musikstücks zu hören? Diese und ähnliche Fragen sind Gegenstand der Notenschrift-Audio Synchronisation. Derartige Synchronisationsergebnisse erleichtern die Navigation und Suche innerhalb von Musikstücken.

Bisher wurden meistens Partituren mit nicht zu komplexer Orchestrierung mit den entsprechenden Aufnahmen synchronisiert. In diesem Beitrag sollen erste Schritte in Richtung Synchronisation komplexer Orchesterwerke vorgestellt werden. Für viele dieser Orchesterpartituren existieren Klavierauszüge, durch die eine komprimierte Darstellung des zugrundeliegenden Musikstückes erreicht wird. Im Vortrag soll über unsere Forschungen im Bereich der Synchronisation von Klavierauszügen mit voll instrumentierten Audioaufnahmen berichtet werden.

Di. 16:10 Grashof C 24

Music Processing I

Automatic Music Transcription Via Music Component Identification

S. Albrecht

Department of Computer Science and Engineering, Plzen (CZ)

The problem of automatic music transcription (AMT) is considered. The recorded music is modeled as a superposition of known sounds from a library weighted by unknown weights. Similar observation models are commonly used in statistics and machine learning. Many methods for estimation of the weights are available. These methods differ in the assumptions imposed on the weights. In Bayesian paradigm, these assumptions are typically expressed in the form of prior probability density function (pdf) on the weights while observation – a recorded music signal – is a parameter of likelihood function. The total (a posteriori) probability of the weights represents a fit of recorded music signal and reconstructed music signal from the weights. Parameters of the probabilistic model are tuned and weights (AMT product) are estimated via Monte Carlo methods. Validity of the model is tested in simulation using synthetic data.

Di. 16:35 Grashof C 24

Music Processing I

Tempobasierte Segmentierung von Musikaufnahmen

P. Grosche^a, M. Mueller^a und F. Kurth^b

^aSaarland University and MPI Informatik; ^bFraunhofer FKIE

Die automatische Segmentierung und Strukturierung ist für die automatisierte Verarbeitung von Musikaufnahmen von grundlegender Bedeutung. Das Ziel der Musiksegmentierung ist die Zerlegung eines Musikstückes in semantisch sinnvolle Abschnitte und elementare Einheiten. Oftmals stellt diese Segmentierung eines Audiodatenstroms den ersten Schritt für eine anschließende Weiterverarbeitung der Musikdaten dar. Musikalisch sinnvolle Segmente eines Musikstückes zeichnen sich oft dadurch aus, dass sie in sich homogen hinsichtlich bestimmter musikalischer Aspekte sind. So unterscheiden sich unterschiedliche Abschnitte häufig bezüglich ihrer Instrumentierung, der vorherrschenden Klangfarbe und melodischer oder harmonischer Eigenschaften. In diesen Fällen bietet sich die Verwendung homogenitätsbasierter Segmentierungsverfahren an, die eine Unterteilung in Abschnitte vornehmen, die Homogenität bezüglich bestimmter Signaleigenschaften aufweisen. In diesem Beitrag untersuchen wir wie eine tempobasierte Segmentierung vorgenommen werden kann indem auf der Grundlage von Merkmalen, die das

lokal vorherrschende Tempo eines Musikstückes beschreiben, Segmente mit homogenem Tempo bestimmt werden. Des Weiteren zeigen wir, wie diese Segmentierung als sinnvolle Ergänzung zu vorherigen Verfahren, die eine Segmentierung hinsichtlich der Klangfarbe oder Harmonie eines Musikstückes vollziehen, eingesetzt werden kann.

Di. 17:00 Grashof C 24

Music Processing I

Drumloop Separation using adaptive Spectrogram Templates

C. Dittmar, J. Abeßer und D. Gärtner

Fraunhofer IDMT

The separation of single drumsounds from drumloops is a desirable signal processing functionality with a wide variety of applications in music production and music video games. Since recognition of the distinct drumsounds is a pre-requisite for separation, the detection of onsets and instrument types is necessary. Although machine-learning based classification of isolated drumsounds has been proven to be feasible, it is not applicable to the problem of drumloop separation. The main challenge is the strong overlap of drumsound spectra when two or more drumsounds share the same onset-time. It leads to erroneous estimation of the involved instruments, e.g., a tom and a hi-hat appearing simultaneously could easily be misclassified as being a snare. Different approaches have been proposed in the literature to overcome that problem, mainly template matching vs. decomposition based methods. We pursue the approach of template matching, but without the need for any prior assumption about the involved instruments. A heuristic update rule for the templates is described as well as an expectation maximization approach to the final thresholding. The quality of separation is evaluated with artificially generated as well as real drumloops. The transcription is tested against manually annotated excerpts from commercially available music recordings.

Di. 17:25 Grashof C 24

Music Processing I

Estimating Similarity of Musical Rhythm Patterns through the use of a Neural Network Model

A. Fouloulis^a, G. Papadelis^b, K. Pasiadis^b und G. Papanikolaou^a

^a*Aristotle University of Thessaloniki, Electrical & Computer Eng.;*

^b*Aristotle University of Thessaloniki, Dept. of Music Studies*

Assessment of musical aptitude in young children usually includes the task of rhythm copying, where the child is asked to tap a short rhythm pattern after listening to it. Evaluation of performance accuracy on this task is based on indices of similarity between the stimulus and the performed pattern, which may result either from mathematical "distance metrics" or, alternatively, from ratings provided by experienced musicians in pair wise comparison tasks.

In this work we present the architecture of a system containing two artificial neural networks in cascade - a self-organizing neural network (called

SARDNET) and a Multi-Layer Perceptron - that receives a sequence of temporal intervals (performed rhythm pattern) as input and maps it into a given set of stimulus rhythm patterns.

Results provide strong evidence that this type of network architecture may be proven successful on calculating "similarity measures" between a rhythm pattern and its micro-variations that are consistent with ratings provided by real listeners.

Keywords: Musical Rhythm, Neural Networks, Similarity measures

Di. 17:50 Grashof C 24

Music Processing I

Ein Baseline-Experiment zur Klassifizierung von Problemen bei der Akkorderkennung

V. Konz^a, M. Mueller^a und S. Ewert^b

^aSaarland University and MPI Informatik; ^bBonn University, Computer Science III

Ein Musikstück westlicher tonaler Musik ist wesentlich durch seine harmonische Struktur bestimmt. Daher ist die Akkorderkennung ein wichtiger Bestandteil der automatisierten Musikdatenerschliessung. Hierbei geht es um die Entwicklung automatisierter Verfahren zur harmonischen Analyse von Audiodaten und deren Anwendung in Bereichen wie der Segmentierung, der Indexierung oder der inhaltsbasierten Suche in Audiodatenbeständen. In diesem Beitrag wird ein einfaches template-basiertes Baselineverfahren zur Akkorderkennung auf dem Audiodatenbestand von zwölf Studioalben der Beatles ausgewertet, für die manuell erzeugte Groundtruth-Annotationen vorliegen. Durch eine geschickte Parameterwahl im Algorithmus wird eine Klassifikation von Problemen vorgenommen, die bei der Akkorderkennung auftreten können. Beispielsweise werden durch den gezielten Einsatz von Filterbanktechniken Tuningabweichungen in den Audiodaten detektiert und ausgeglichen. Unsere Experimente zeigen, dass der Ausgleich von Tuningunterschieden für die Akkorderkennung eine zentrale Rolle spielt.

Di. 14:30 Grashof C 113

Lehre der Akustik

Brasiliens erster Studiengang Akustikingenieurwesen

S. Paul, E.F. Vergara und D.X.D. Paixão

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

Es ist insbesondere unter den Teilnehmern der DAGA unumstritten, dass die Akustik als Wissenschaftszweig eine bedeutende Stellung einnimmt. Im Gegensatz zu ihrer Bedeutung ist sie allerdings eine Wissenschaft die, weltweit, oft nur am Rande Eingang in Lehr- und Studienpläne von Hochschulen findet. Während in der deutschen Hochschullandschaft die Akustik recht gut repräsentiert ist, ist die Situation in Brasilien vor allem durch das Fehlen eines umfangreichen Lehrangebotes geprägt gewesen. Um der grossen Nachfrage nach Akustikingenieuren in Brasilien in Zukunft Rechnung tragen zu können ist Ende 2008 ein Studiengang

Eng. Acústica (Akustikingenieur) eröffnet worden, welcher sich an deutschen und chilenischem Vorbild orientiert. Im Rahmen des Artikels soll die Struktur des Studienganges dargestellt und diskutiert werden.

Di. 14:55 Grashof C 113

Lehre der Akustik

System zur Ausbildung in der Kraftfahrzeug- und Maschinenakustik

W. Foken und M. Gnauck

Westfälische Hochschule Zwickau

An der Fakultät Kraftfahrzeugtechnik der Westfälischen Hochschule Zwickau werden Studenten mit den Grundlagen der Fahrzeug- und Maschinenakustik an einem Versuchsstand vertraut gemacht. Ein auf einem "Aggregateträger" montierter Kompressor, welcher stationär und in Drehzahlrampen betrieben werden kann, eignet sich zur Vermittlung erster grundlegender akustischer Methoden und Darstellungsformen. Im Wesentlichen werden hierbei Grundlagen der Frequenzanalyse vertieft und auf die in der Akustik gebräuchliche Darstellungen und Verfahren wie z.B. Campbelldiagramme und Ordnungsanalysen eingegangen. Eine variabel gestaltete Lagerung des Kompressors sowie eine Vielzahl veränderlicher Transferpfade zu einer Schall abstrahlenden Oberfläche ermöglichen die Anwendung zahlreicher akustischer Verfahren, wie z.B. der Modal- und Betriebsschwingformanalyse, der Bewertung von Körperschalltransferpfaden und der Beurteilung des Abstrahlverhaltens von Platten und Verbundwerkstoffen. Durch den Einsatz von Intensitätsmesstechnik bei kontinuierlicher Messung auf einem Hüllquader des Versuchsstandes, aber auch durch diskrete Messungen auf einer Teilfläche können Variationen des Aufbaus und deren akustische Wirkung messtechnisch verifiziert werden. Der Demonstrator ermöglicht somit die Analyse verschiedenster akustischer Problemstellungen, eine zielgerichtete Ableitung und Umsetzung von Maßnahmen und den Nachweis der Wirksamkeit.

Di. 15:20 Grashof C 113

Geschichte der Akustik

Friedrich Bruckmayer - Pionier der Bauphysik und des Lärmschutzes

J. Lang

Wien

Friedrich Bruckmayer, geboren 1909 in Wien, studierte 1926 - 1931 an der Technischen Hochschule Wien Bauingenieurwesen und trat 1931 Dipl.-Ing. (parallel zu einem Doktoratsstudium bis 1938) in die Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik am Technologischen Gewerbemuseum in Wien ein, an der er ab 1946 als Leiter bis 1974 arbeitete. Nach dem Wehrdienst von 1940-1945 begann er auch die Lehrtätigkeit an der Technischen Hochschule Graz, später auch an der Technischen Universität und an der Akademie für Angewandte Kunst in Wien. Friedrich Bruckmayer leistete mit seiner Arbeit an der Versuchsanstalt und der

Lehrtätigkeit beginnend nach dem Krieg wertvolle Arbeit für den Aufbau der jungen Fachgebiete Bauphysik und Lärmschutz. Schon 1949 erschien sein Buch "Der praktische Wärme- und Schallschutz im Hochbau" und er betreute die Ausarbeitung der ÖNORMEN für den baulichen Wärme- und Schallschutz, deren erste Fassungen schon 1950 und 1949 erschienen und dann dem sich schnell entwickelnden Stand der Technik basierend auf seinen Forschungsarbeiten angepasst wurden. 1958 gründete er den Österreichischen Arbeitsring für Lärmbekämpfung mit einem umfangreichen Richtlinienwerk. Mit der Forschungsarbeit "Störung der Bevölkerung durch Verkehrslärm" wurde der Lärmschutz in der Raumplanung begründet. 1962 erschien das "Handbuch der Schalltechnik im Hochbau", das mit umfassenden Daten zu Schallschutz, Lärmschutz, Raumakustik ein Standardwerk wurde.

Di. 15:45 Grashof C 113

Geschichte der Akustik

Über den Ursprung der Mareyschen Kapseln

D. Mehnert, R. Hoffmann, U. Kordon und R. Dietzel

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkomm.

In der Experimentalphonetik spielen die Mareyschen Kapseln seit Beginn des 20. Jahrhunderts eine herausragende Rolle als akustisch-mechanische Wandler. In einem Beitrag zur DAGA 2008 wurden Ergebnisse von Messungen des Übertragungsverhaltens von unterschiedlichen Kapseln, die sich heute in der historischen akustisch-phonetischen Sammlung der TU Dresden befinden, veröffentlicht. Im vorliegenden Beitrag wird darüber berichtet, wie sich diese Wandler, die ursprünglich für die Messung physiologischer Größen (z. B. Pulsmessung) erfunden wurden, zu Messeinrichtungen der Experimentalphonetik entwickelt haben. Diese Entwicklung hat im 19. Jahrhundert in Frankreich stattgefunden und ist mit den folgenden Namen verbunden: Claude Bernard als der Vater der experimentellen Medizin, Étienne-Jules Marey als berühmter Experimentator bei der Aufdeckung physiologischer Bewegungsabläufe, Abbé Jean-Pierre Rousselot als Begründer der Experimentalphonetik und sein Schüler Giulio Panconcelli-Calzia, der in Hamburg die erste deutsche Professur für Phonetik erhielt. Diese Entwicklung wird anhand von Belegstücken demonstriert, die sich in verschiedenen französischen und deutschen Museen befinden.

Di. 16:10 Grashof C 113

Geschichte der Akustik

Die akustische Geschichte der Staatsoper Unter den Linden

M. Vercammen^a und H.-P. Tennhardt^b

^aPeutz bv, Molenhoek; ^bBerlin

Der Deutsche Staatsoper Berlin wurde 1743 als erste freistehende Oper Europas gebaut. In ihrer Geschichte wurde dieses Opernhaus mehrfach zerstört und wieder neu aufgebaut (1842, 1942, 1945) und mehrfach umgebaut und erweitert (u.a. 1928 und 1986). Jetzt steht ein neuerlicher Umbau bevor, welcher in einigen Monaten begonnen wird und

wobei das Gebäude denkmalgerecht saniert und die Technik erneuert werden soll. Bei diesem Umbau sind die Beibehaltung der architektonischen Gestaltung, gleichzeitig aber auch eine wesentliche Verbesserung der Akustik Ausgangspunkte. Der Wunsch, die Akustik zu verbessern begründet sich in einer langen Geschichte akustischer Mängel und Versuchen, diese zu beheben oder zu mindern. In diesem Vortrag wird ein Überblick über die akustische Geschichte dieses Opernhauses gegeben: Die akustische Daten von früherer und vom bestehenden Zustand, die früheren Untersuchungen, um die Akustik zu verbessern, und die elektroakustischen Lösungen.

Di. 17:00 Grashof C 113

Geschichte der Akustik

Hochwertiger Studiobau - Ein Verdienst von Dr. Walter Kuhl

E.-J. Völker

Institut für Akustik und Bauphysik

Die Raumakustik und insbesondere der Bau von Aufnahmestudios des Rundfunks war in den 50er Jahren und danach von besonderer Bedeutung. Die Qualität der Mikrofone und Aufnahmegeräte verbesserte sich rasant. Es wurde experimentiert und um den richtigen Weg gestritten. Direktschall, Schallreflexionen und Nachhall mussten im Studiobau berücksichtigt werden. Die Arbeitskommission AK 1 der Rundfunkanstalten war über Jahre hervorragend besetzt mit namhaften Akustikern, wie Dr. Thiele, Dr. Schwarze und Dr. Müller. Das IRT war vertreten durch Dr. Walter Kuhl, der mit den akustischen Informationen einen entscheidenden Beitrag zum Studiobau lieferte. Seine Veröffentlichungen bezogen sich auf Raumakustik und Schallschutz ebenso wie auf Hörversuche und Qualitätsstandards. Die AK 1 setzte Maßstäbe, die zur heutigen hochwertigen Schallübertragung einschließlich Surroundsound führten. Der Beitrag würdigt die theoretischen und in der Praxis anwendbaren Erkenntnisse. Einbezogen ist die besondere Arbeitsatmosphäre, über die aus eigener Erfahrung des Verfassers berichtet wird.

Di. 17:25 Grashof C 113

Geschichte der Akustik

Kulturgeschichte des Lärms

S.-R. Mehra

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Kulturgeschichte des Lärms Die Geschichte des Lärms zeigt, dass übermäßige Geräuscentwicklung keine Erscheinung unseres Zeitalters ist. Klagen über den Lärm hat es schon immer gegeben und sind fast so alt wie die Menschheit. Schon mit Beginn des Bronze- und Eisenzeitalters, als die Menschen auf großen Plätzen gewerblich handwerkliche Tätigkeiten ausübten und später als große Menschenmassen sich in den Städten ansiedelten, haben die Klagen über die übermäßigen Geräusche mehr und mehr zugenommen.

Von einem Lärmproblem im heutigen Sinne kann jedoch erst seit dem Beginn des Technikzeitalters gesprochen werden. Während früher

hauptsächlich Mensch und Tier die Verursacher des Lärms waren, haben mit zunehmender Technisierung die Maschinen diese Rolle übernommen. Der Fortschritt der Technik, die wachsende Motorisierung und die ausgebaute Infrastruktur haben zwar einerseits zur wesentlichen Bequemlichkeit geführt, zugleich aber auch erheblichen Lärmbelästigung der Menschen mit sich gebracht. Eine Vielzahl von Lärmquellen umgeben den Menschen des einundzwanzigsten Jahrhunderts. Im Gegensatz zu Zeiten des Mittelalters und auch danach, wo nur Einzelpersonen und die kleinen Kreise der Dichter, Schriftsteller und Gelehrten um ihre Ruhe gekämpft haben, belästigt der Lärm heute die breite Öffentlichkeit und stellt eine Kulturfrage und ein Umweltproblem gleichermaßen dar.

Di. 17:50 Grashof C 113

Geschichte der Akustik

Von den Hexametern des Lucrez, den Apparaten des Heron und den Musikinstrumenten des Aristides Quintilianus - Beiträge zur Akustik um die Zeitenwende

P. Költzsch

TU Dresden

Im Vortrag wird über drei Wissenschaftler der Antike berichtet, von denen auch Leistungen zur Akustik bekannt sind. Der erste, Lucretius (um 98 - 55 v. Chr.), ein römischer Dichter und Philosoph, schrieb in seinem Werk "De rerum natura" über das Gehör, das Echo, die Reichweite der Töne, über die Musik und den Donner, und das alles in wohlgeformten Hexametern, z. B.

"Dass man den Donner jedoch meist später vernimmt mit dem Ohre /
Als man den Blitz mit dem Auge erschaut, kommt daher, dass alles /
Langsamer trifft auf das Ohr als das Auge die Reizung empfindet ..."

Der zweite, Heron von Alexandria (um 20 - nach 62 n. Chr.), ein griechischer Mathematiker, Physiker, Mechaniker, ein "Ingenieur", beschreibt in seinen Werken akustische Apparate, z. B. eine Donnermaschine für Theatervorführungen, singende Vögel, pfeifende Mönche, eine Windorgel und die Tempeltrompete. Und schließlich wird über Aristides Quintilianus (2./4. Jhd. n. Chr.) vorgetragen, ein griechischer Musikwissenschaftler, der die antike griechische Musiktheorie dargestellt hat. Nach Aristides sind Musikinstrumente nicht geschlechtslos, sie werden nach der Klangwirkung in männliche und weibliche Instrumente eingeteilt; der Rhythmus war das männliche, die Melodie das weibliche Prinzip.

Di. 14:30 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik I

Hybride Methoden für CAA

A. Birkefeld und C.-D. Munz

Universität Stuttgart, IAG

Das Rechenprogramm NoisSol löst mit Hilfe von Discontinuous-Galerkin-Verfahren hoher Ordnung die linearisierten akustischen Gleichungen im Zeitbereich in Gebieten mit komplexer Geometrie. Dabei wird ein hybrider Ansatz verwendet, bei dem die Anregung akustischer

Wellen durch Quellterme erfolgt, die mit Hilfe einer vorangegangenen Strömungssimulation bestimmt werden. Dieser Ansatz ist vor allem für Strömungen mit geringer Mach-Zahl sinnvoll, um die unterschiedlichen Längen- und Energieskalen von Strömungs- und Akustikfeld auflösen zu können.

Die Kombination von Discontinuous-Galerkin-Verfahren hoher Ordnung mit komplexen Geometrien und inhomogener Hintergrundströmung bietet einige Herausforderungen, auf die im Vortrag eingegangen wird. Dabei sind unterschiedliche Ausbreitungsmodelle mit den entsprechenden Quelltermen implementiert, wie die linearisierten Eulergleichungen und die Acoustic Perturbation Equations (APE).

Um die Effizienz bei der Berechnung der Schallabstrahlung in Fernfeld zu erhöhen, wird außerdem eine Kopplung zwischen dem Discontinuous-Galerkin-Code für unstrukturierte Gitter und dem Finite-Differenzen-Code PIANO (IAS, DLR Braunschweig) für strukturierte Gitter im hindernisfreien Fernfeld vorgestellt. Mit diesem gekoppelten Code wurden bereits einfache Testfälle gerechnet, um die Kopplungs- und Initialisierungsmechanismen zu erproben und validieren. Dabei konnte gezeigt werden, dass keine unphysikalischen Reflektionen oder Brechungen an den Kopplungsrändern auftreten und die gewünschte Genauigkeit und Konvergenzordnung erreicht wird. Die Simulation eines realen Problems (Flügelprofil mit Hochauftriebshilfen) ist in Vorbereitung und soll vorgestellt werden.

Di. 14:55 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik I

Computational Aeroacoustics in Time and Frequency Domain

H. Landes^a, M. Meiler^a, M. Kaltenbacher^b, S. Triebenbacher^b und S. Becker^c

^a*SIMetris GmbH*; ^b*Alps-Adriatic University of Klagenfurt*; ^c*Univ. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik*

We present a Finite Element (FE) formulation of Lighthill's acoustic analogy for the hybrid computation of noise generated by turbulent flows. In the present approach the flow field is computed using ANSYS-CFX Scale Adaptive Simulation (SAS) turbulence models. The acoustic propagation is obtained by solving the variational formulation of Lighthill's acoustic analogy with the FE method. In order to preserve the acoustic energy, the inhomogeneous part of Lighthill's wave equation is computed by applying the FE formulation on the fine flow grid. The resulting acoustic nodal loads are then conservatively interpolated to the coarser acoustic grid. Subsequently, the radiated acoustic field can be solved in both time and frequency domains. An enhanced Perfectly Matched Layer (PML) technique is employed, allowing truncation of the computational domain in the acoustic near field, without compromising the numerical solution. To demonstrate the applicability of our scheme, we present full 3D numerical results for the computed acoustic field generated by the turbulent flow around different square cylinder geometries. The sound pressure levels obtained compare well with measured values.

Di. 15:20 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik I

Ein integrierter Code zur Simulation strömungsinduzierten Lärms im Nahfeld

M. Kornhaas und D.C. Sternel

TU Darmstadt

Lärm ist eine Umweltbelastung, die nicht nur als störend wahrgenommen wird, sondern in vielen Fällen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann. Oft ist dies strömungsinduzierter Lärm der direkt in der Nähe der betroffenen Personen entsteht, wie z.B. bei Computerlüftern, Motorradhelmen oder an Fahrzeugen. Zur Vorhersage solchen Lärms fehlen bisher noch zuverlässige Simulationstools. Wir werden in unserem Beitrag die integrierte Kopplung eines Akustiklösers in einen hocheffizienten, parallelisierten Strömungslöser für inkompressible Medien vorstellen. Der Strömungslöser FASTEST basiert auf einer finiten Volumen Diskretisierung in dem zur Beschleunigung der Berechnung ein geometrisches Mehrgitterverfahren implementiert ist. Zur Berechnung des zeitaufgelösten Strömungsfeldes wird eine Grobstruktursimulation (Large Eddy Simulation, LES) durchgeführt. Die akustischen Quellen aus dem Strömungsfeld werden analog dem Ansatz von Hardin und Pope [1] bestimmt. Die Lösung linearisierter Euler Gleichungen liefert dann die Ausbreitung des Schalls. Bei deren Lösung kommt ein High-Resolution-Scheme zum Einsatz wobei unterschiedliche Limitern verwendet werden können. Die Methode wird anhand verschiedener Testfälle validiert, z.B. einer Zylinder-Plattenkonfiguration.

[1] J.C. Hardin and D.S. Pope. An Acoustic/Viscous Splitting Technique for Computational Aeroacoustics. Theoret. Comp. Fluid Dynamics, Vol. 6, pp. 323-340, 1994.

Di. 15:45 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik I

Error estimation of neglecting arbitrary radial flow profiles on sound propagation

A. Fritzsche, S. Guerin, C. Weckmüller und L. Enghardt

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

This paper presents a method to quantify the influence of arbitrary non-swirl mean flow on the sound propagation characteristics in a duct. The analytical eigenfunctions for plug flow are used rather than the numerical Pridmore-Brown solutions.

Replacing the radial mean flow profile by a potential flow enables the usage of fast methods like that applied in the finite element code Actran TM. It can be shown, that this simplification leads to errors depending on frequency, Mach number and modal structure of the sound field.

Previous studies estimated these errors by comparing the analytical modal functions for plug flow with the Pridmore-Brown functions for arbitrary mean flow. This comparability has not been proven, yet.

The authors use the modal eigenfunctions to generate an analytical sound field on plug flow and propagate it with the DLR CAA solver Piano

along a spatially developing flow profile. Thus the sound field changes gradually with the flow profile. Its modal decomposition along the extend of the duct on an assumed radial constant flow profile allow conclusions about the influence of the radial non constant flow profile on the spatial changes of the radial structure of the sound field.

Di. 16:10 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik I

Accurate Coupling Information for Hybrid CAA-Methodologies Based on Compressible Flow Simulations.

W. de Roeck und W. Desmet

KU Leuven, Dept. Mechanical Engineering

Hybrid CAA methodologies, based on domain decomposition, are commonly considered as the most appropriate technique for the numerical simulation of aerodynamically generated noise and their far-field propagation with a reasonable computational effort. A crucial step, largely determining the accuracy of the final acoustic results, is the coupling between the aerodynamic source region and the acoustic propagation region. It is known that the spatial and temporal truncation of the source domain simulation together with the interpolation from the 'fine' source domain mesh to the 'coarse' acoustic grid strongly influence the aeroacoustic radiation. When using a compressible flow simulation, the acoustic fluctuations, which are inherently present in the source domain results, can introduce an additional source of errors in the aeroacoustic radiation predictions. In this case, an aerodynamic/acoustic splitting technique, which allows separating the aerodynamic and acoustic fluctuations from the source domain simulation, can largely improve the accuracy of the aeroacoustic prediction. This paper illustrates the benefits of using this aerodynamic/acoustic splitting technique for a number of commonly used CAA benchmark problems. It is shown that the final accuracy of hybrid CAA methodologies can be largely improved, with only a minimum of additional computational effort, by extracting accurate coupling information from the source domain results.

Di. 16:35 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik I

Introducing Lined-wall Boundary Conditions in the DLR Time-domain CAA Solver PIANO

A. Bassetti^a, S. Guerin^a und O. Kornow^b

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

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 propagation of a general small-perturbation aerodynamic field at the presence of a stationary background flow. The present work deals with the introduction of new types of boundary conditions in PIANO, allowing for the simulation of acoustic propagation at the presence of acoustic liners. An extended Helmholtz resonator model for the normal impedance of a locally-reacting liner is used in the present implementation. Results associated with the benchmark phase are presented, showing acoustic propagation simulations in uniform-section ducts and the effect of finite-impedance walls on the acoustic-pressure fields.

Di. 17:00 Grashof C 116

Strömungsakustik

Experimentelle Untersuchung von Einflüssen auf die Strömungsakustik einer Zylinder/Platte-Konfiguration

M. Winkler^a, K. Becker^a und F. Kameier^b

^aFachhochschule Köln; ^bFachhochschule Düsseldorf

Es ist bekannt, dass Wirbelstrukturen hohe Geräuschpegel erzeugen, sofern sie auf mechanische Strukturen treffen. Die pegelgenaue Vorhersage derartiger Phänomene ist Gegenstand von Forschungsprojekten und noch nicht Stand der Technik in der industriellen Anwendung. Im Fokus der hier vorgestellten Untersuchung steht die experimentelle Bestandsaufnahme einer ebenen Platte im Nachlauf eines Zylinders bei Anströmgeschwindigkeiten bis zu 30 m/s. Einflussparameter und Quellmechanismen der Pegelerhöhung werden mittels Hitzdrahtanemometrie und Particle-Image-Velocimetry untersucht. Die gewählte einfache Konfiguration wurde ausgesucht, um das Verständnis für die physikalischen Vorgänge zu verbessern und Daten zur Validierung von numerischen Berechnungen zu liefern. Die Versuchskonfiguration besteht aus einer universell im Nachlauf eines Kreiszylinders traversierbaren Platte. Verglichen mit dem angeströmten Kreiszylinder alleine in der Strömung kommt es in Abhängigkeit von der Positionierung der Platte zu einer erheblichen Verstärkung der Schalldruckpegel. Variationen der Strömungsgeschwindigkeit, der geometrischen Positionierung der Körper zueinander oder die Veränderung der Körpergeometrien ermöglichen einen Überblick über das strömungsakustischen Verhalten des Systems. Die Messergebnisse werden mit Literaturwerten ähnlicher experimenteller und numerischer Untersuchungen verglichen. Der Einfluss einer möglichen Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) auf die Strömungsakustik wird ebenfalls untersucht. Hierfür wird das strukturdynamische Verhalten der Platte auf Basis einer experimentellen Modalanalyse und Betriebsschwingformanalysen mittels Laser-Scanning-Vibrometrie untersucht.

Di. 17:25 Grashof C 116

Strömungsakustik

Gekoppelte Simulation von Strukturbewegung, Akustik und Strömungsfeld

D.C. Sternel und M. Kornhaas

TU Darmstadt

Lärm entsteht häufig durch die strömungsinduzierte Bewegung von Strukturen. In diesem Beitrag soll ein Konzept der gekoppelten Simulation von Strukturbewegung, Akustik und Strömungsfeld vorgestellt werden. Aktuelle Ergebnisse aus Validierungsrechnungen sollen die Möglichkeiten der vorgestellten Implementierungen illustrieren.

Di. 17:50 Grashof C 116

Strömungsakustik

Stromlinienkanal zur Untersuchung aeroakustischer Quellmechanismen

J. Reichenberger

EADS Innovation Works

Durch die drastische Zunahme des Flugverkehrs gewinnt die Fluglärm-bekämpfung immer mehr an Bedeutung. Dabei ist es unumgänglich neben lärmarmen Flugverfahren den Lärm direkt am Entstehungsort zu reduzieren. In dieser Arbeit wird eine kostengünstige Alternative vorgestellt, die es erlaubt lärmrelevante großskalige Flugzeugkomponenten zu untersuchen. Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt ist die Möglichkeit die aeroakustischen Quellmechanismen zu separieren und die zugrunde liegende Physik zu verstehen. Damit können effiziente Lärmmin-derungsmaßnahmen entwickelt und getestet werden. Der Beitrag be-handelt die experimentellen Untersuchungen an einem ausgefahrenen Vorflügel in Landekonfiguration mit einem vereinfachten Aufbau.

Di. 14:30 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

A quantitative assessment: The vortex sound of flutes

A. Bamberger

Physikal. Institut der Albert-Ludwig-Universität Freiburg

The excitation mechanism and the acoustic power emission for the flue instruments are ample discussed issues in musical acoustics. Over the years of investigation two different mechanisms have been put forward: The momentum transfer of the jet onto the oscillating air column of the resonator with radiation damping on one side, and the vortex sound theory on the other side.

Here, the experimental investigations of the jet-labium interaction for a flute with Particle Image Velocimetry are presented. The acoustic power is quantitatively compared with estimates based on the vortex sound theory (Howe's analogon). The result is interpreted as a delicate superposition of two vortex sheets with opposite sign created by the jet across the embouchure. This leads to a net vorticity, which interacts with the local acoustic field. The power tends to be positive within a period, hence being interpreted as a contributor of the acoustic far field. The vortex

sound power is consistent within a factor two with that of the far field. The interpretation in terms of a dipole source is given. Scaling laws of the radiation power based on the jet velocity are discussed for two different frequencies. Finally, the aspects of the above models are addressed.

Di. 14:55 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

Aeroakustik in Flöteninstrumenten: Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Tonerzeugung bei Quer- und Längsflöten

H. Kühnelt

Austrian Institute of Technology

Die Tonerzeugung in Flöteninstrumenten ist mittels Wirbelschalltheorie nach Powell und Howe beschreibbar. Dabei wird durch Interaktion der beiden Scherschichten des flachen Luftstrahls mit der im Bereich des Kamins bzw. Aufschnitts maximal oszillierenden Schallschnelle gleichzeitig Schall generiert und auch absorbiert. Die zeitlich-räumliche Lage der effektiven Schallquelle resultiert aus der Verteilung der aeroakustischen Quellen und Senken im Luftstrahl. Diese gibt entscheidende Hinweise sowohl auf den Rückkopplungsmechanismus der Schallerzeugung selbst als auch auf den die akustische Amplitude begrenzenden Mechanismus.

Mit Hilfe von dreidimensionalen aeroakustischen Computersimulationen wird der Einfluss der Kamin- bzw. Aufschnitt-Form bei Querflöten, labialen Orgelpfeifen und Blockflöten auf Lage und Form der resultierenden Schallquelle verglichen und die Unterschiede bei quer- und längsgeblasenen Flöten aufgezeigt. Darüber hinaus erlaubt die aeroakustische Analyse geometriebedingte, parasitäre strömungsakustische Effekte wie akustische induzierte Wirbelablösung, die zu akustischen Verlusten führt, zu lokalisieren.

Di. 15:20 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

Experimentelle Untersuchungen des aus der Kernspalte eines Pfeifenfußmodells austretenden Luftbands

H. Außerlechner, T. Trommer, J. Angster und A. Miklos

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Der Einschwingvorgang einer Lippenorgelpfeife wird im Wesentlichen durch den Schneidenton bestimmt. Ein Schneidenton entsteht, sobald ein Luftstrahl unter erhöhtem Druck aus einer Öffnung austritt und auf eine scharfe Kante mit Abmessungen ähnlich jenen der Öffnung, trifft. Je nach Größe der Austrittsgeschwindigkeit und der Entfernung zum Objekt verändert sich die Amplitude und Frequenz des Schneidentons. Eine Untersuchung der Entstehung des Pfeifenklangs erfordert somit die Betrachtung des akustischen Signals in Abhängigkeit der beeinflussenden Parameter wie dem Druck im Pfeifenfuß, der Kernspaltenweite und der Aufschnitthöhe. Mit Hilfe eines entwickelten Pfeifenfußmodells

einer c Pfeife des Prinzipal 4' Registers können die gewünschten Parameterwerte mit Mikrometerschrauben reproduzierbar eingestellt werden. Durchgeführte Geschwindigkeits- und akustische Messungen zeigen eine gute Übereinstimmung mit vorhandenen Theorien, allerdings werden die theoretischen Parameterwerte anhand der Messergebnisse noch modifiziert. In weiterer Folge wird auch auf die von M. Aristide Cavaillé-Coll 1840 veröffentlichte Annahme, dass das Luftband seine Schwingungen wie eine frei schwingende Metallzunge, die an der Kernspalte der Pfeife angebracht wäre, ausführt, näher eingegangen.

Di. 15:45 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

Temperaturgradienten in einer Pfeifenorgel: Simulation und Messung

S. Pitsch^a, S. Holmberg^b und J. Angster^a

^aFraunhofer Institut für Bauphysik; ^bKTH Königlich Technische Hochschule, Haninge (S)

Die Verstimmung von Pfeifenorgeln auf Grund von Änderungen der Raumtemperatur ist ein bekanntes Phänomen im Orgelbau. Die absoluten Frequenzänderungen einzelner Pfeifen sind in der Regel nicht hörbar, wohl aber Schwebungen, die zwischen mehreren gleichzeitig klingenden Pfeifen auftreten. Vor allem im Winter entstehen beim schnellen Beheizen einer Kirche vor einer Veranstaltung unterschiedliche Temperaturzonen im Orgelgehäuse, die solch störende Verstimmungen verursachen. Am Beispiel der St. Martinskirche in Oberesslingen wurde dies bereits durch Messungen bestätigt. Im Rahmen eines von der DFG finanzierten Forschungsprojektes wurde an der technischen Universität in Stockholm ein Computermodell dieser Kirche und der darin befindlichen Orgel entwickelt und anhand der erwähnten Messergebnisse validiert. Die einzelnen Orgelwerke mit den darin befindlichen Pfeifen wurden dabei durch Zonen gleichen Volumens und mit porösen Eigenschaften ersetzt. Das erste Teilziel der Studie war die Simulation von Strömungsmustern und Temperaturverteilungen in der Orgel bei beheizter Kirche. Im Anschluss daran wurden verschiedene Ventilationssysteme für eine bessere Durchmischung der Luft im Orgelgehäuse entworfen, in das Modell integriert und deren Einfluss auf die Temperaturverteilung untersucht.

Di. 16:35 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

Modellierung von Impedanzmessungen an Blasinstrumenten

J. Baumgart, T. Grothe und R. Grundmann

TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik

Der Resonator von Blasinstrumenten wird durch seine schwach gedämpften Eigenfrequenzen maßgeblich charakterisiert. Zur experimentellen Bestimmung dieser hat sich die Impedanzmesstechnik bewährt. Die Messung erfolgt üblicherweise ohne angestecktes Mundstück. Mithilfe von dreidimensionalen Finite-Elemente-Modellen ist es möglich die

reale Situation weitgehend vollständig und mit den dissipativen Effekten zu erfassen. Zum Einsatz kommen hier Elemente mit quadratischer Ansatzfunktion für die Geschwindigkeit und lineare für den Druck. Hier wird ein Vergleich der Rechnungen mit realen Impedanzmessungen mithilfe der Kapilarmethode und vereinfachte Rechnungen nach der Transmission-Line-Methode vorgestellt. Es zeigen sich sehr gute Übereinstimmungen für den Frequenzbereich der tiefsten Eigenfrequenzen.

Di. 17:00 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

numerische Modalanalyse einer Sopranblockflöte

S. Fuß und S. Marburg

TU Dresden, Institut für Festkörpermechanik

Für das Modell einer Sopranblockflöte werden Modalanalysen der spielbaren Töne durchgeführt, ausgenommen der Töne mit halbgeöffneten Tonlöchern. Die Ergebnisse der Modalanalyse werden mit den Werten aus der MIDI-Tabelle verglichen. Dabei wird untersucht, ob alle berechneten Eigenfrequenzen ein ähnliches Verhalten zu den exakten Werten aufweisen oder ob es Besonderheiten bei einzelnen Tönen gibt, wie bereits vorangegangene Untersuchungen vermuten lassen.

Di. 17:25 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

Untersuchung akustischer Resonatoren im Zeitbereich

A. Richter und T. Grothe

TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik

Die numerische Untersuchung des akustischen Verhalten von Resonatoren erfolgt typischerweise im Frequenzbereich, zum Beispiel durch die Lösung der Helmholtz-Gleichung. Dieser Ansatz vernachlässigt allerdings nichtlineare Effekte, die beispielsweise beim Spielen eines Blasinstrumentes auftreten. Alternativ führen wir die experimentell oft eingesetzte Impulsreflektometrie numerisch durch. Die Untersuchung im Zeitbereich bietet hier eine Reihe von Vorteilen. So ist es möglich, einzelne akustische Wellen zu verfolgen, um einen besseren Einblick in instrumentenspezifische Details zu erlangen. Zusätzlich lassen sich viskose Effekte, nichtlineare Phänomene und transiente Vorgänge abbilden. Ebenso ist es möglich, inhomogene sowie instationäre Strömungen zu berücksichtigen. Am Beispiel der Blockflöte wird die Einsatzmöglichkeit dieses Ansatzes demonstriert. Zur Lösung der kompressiblen strömungsmechanischen Gleichungen kommt dabei ein diskontinuierliches Galerkin-Spektralelemente-Verfahren zum Einsatz, das die für akustische Anwendungen notwendige Genauigkeit bereitstellt. Parallel durchgeführte Experimente dienen der Validierung des vorgeschlagenen Verfahrens.

Di. 17:50 Grashof C 212

Blasinstr.- und Orgelakustik I

Durchmesserabhängige Untersuchung der Reflexionsfunktionen von offenen Lippenorgelpfeifen

T. Trommer, H. Außerlechner, J. Angster und A. Miklos

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Der Durchmesser spielt eine wichtige Rolle bei der Dimensionierung von Orgelpfeifen. Er ermöglicht dem Orgelbauer gleich zu Anfang die Gruppenzugehörigkeit und den Charakter der Pfeifen festzulegen. Noch im 14. Jahrhundert gab man allen Pfeifen einer Orgel denselben Durchmesser. Nach J.G. Töpfer (*1791 1870) sollten sich die Durchmessermaße zweier Pfeifen im Oktavabstand um den Wert 1:1.647 verändern wobei eine gleichbleibende Klangscharfe und Klangfülle erzielt wird. In der heutigen Praxis wird der Mensurverlauf frei über die Tonhöhen gestaltet.

Demnach wird der Klang einer Orgelpfeife durch den Resonator mit bestimmend beeinflusst. In ihm werden die an den Enden reflektierten Schallwellen zwischen den beiden Enden hin und her geleitet. Über die Wirkung des Rohrdurchmessers auf die Reflektionsfunktionen im Zeitbereich der beiden Rohrenden ist, im Gegensatz zu Mündungskorrekturen, Transversalmoden und Q-Faktoren, wenig bekannt.

Die Reflexionsfaktoren im Zeitbereich in Abhängigkeit des Durchmessers werden an Hand von Resonatoren von realen Orgelpfeifen mittels einer speziell hierfür entwickelten Messmethode ermittelt und dienen als Grundlage einer späteren Modellierung dieses Teilsystems einer Orgelpfeife.

Di. 14:30 Grashof C 215

Körperschall

Determination of dynamic contact forces for MDOF-structuresM. Sturm^a, T. Alber^b und T. Akyol^a^a*Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (HsKA)*; ^b*ZF Lenksysteme GmbH*

Dynamic forces, transmitted between an active source and an adjoining, passive receiver structure, are considered as causes for vibrations. For many industrial purposes the knowledge of these contact forces is of particular interest, wherefore in many cases a force-based structure-borne sound source characterization is required. Within technical structures force determination based on in-situ measurements often is very difficult. Usually a non-reactive implementation of transducers is unfeasible due to the physical design, the functionality of the assembly or the influence on the structural dynamic behaviour within the contact zone. Instead of measuring the acting forces directly between the coupled source and receiver structure a mathematical prediction of contact forces can be given solely by the use of quantities measured on the separated substructures. Therefore in this study an approach is applied that is based on mobility and free velocity measurements. The approach is first validated employing an ideal SDOF-system before the practical applicability

for a technical multi-contact point structure is discussed. To evaluate the reliability of the predicted contact forces in-situ force measurements are used which are validated with an indirect method.

Di. 14:55 Grashof C 215

Körperschall

Verfahren zur Ermittlung der Körperschalldämmung durch Entkoppelemente in Kfz-Abgasanlagen

H.-J. Kammer^a, M. Fallen^a, M. Böhle^a und T. Pfeffer^b

^a*TU Kaiserslautern, Lehrstuhl für Ström.-mechanik und -maschinen;*

^b*Heinrich Gillet GmbH - Tenneco*

Die Abgasanlage überträgt Körperschall und strahlt Luftschall ab, für deren Entstehung andere Komponenten wie z.B. Abgasturbolader verantwortlich sind. Eine Minderung der Schwingungsanregung wird durch den Einsatz von Entkoppelementen erlangt, deren Auswahl bisher primär im Hinblick auf tieffrequente Schwingungsentkopplung unterhalb von 500 Hz erfolgte. Das vermehrte Auftreten von Körperschall mit höheren Frequenzen, bedingt durch den Turbolader, und die immer weiter wachsenden Anforderungen an ein niedriges Geräuschniveau im Automobilbau lässt die Dämmung höherer Frequenzen zu einem wichtigen Auswahlkriterium geeigneter Entkoppelemente werden.

Für die experimentellen Untersuchungen wurde ein Prüfstand entwickelt, der bereits auf der DAGA 2008 vorgestellt wurde. Damit ist es möglich, das Übertragungsverhalten von Entkoppelementen mit einer indirekten Methode in einem Frequenzbereich bis 5 kHz zu erfassen. In axialer Schwingungsrichtung werden Vierpole zur Systembeschreibung verwendet. Es wird eine neue Methode zur Messung der lateralen und rotatorischen Transfersteifigkeiten vorgestellt. Diese baut auf dem Verfahren nach DIN ISO 10846-3 auf und wurde so erweitert, dass der Messfrequenzbereich keine Beschränkung zu tiefen Frequenzen hin hat, auch wenn kleine Abschlussmassen verwendet werden.

Des Weiteren wird gezeigt, welchen Einfluss unterschiedliche Anregungen und Vorspannungen bei nichtlinearen Elementen haben und welche Linearisierungsmethoden zu praxisrelevanten Ersatzmodellen führen. Messergebnisse von häufig eingesetzten Entkoppelementen werden vorgestellt und deren Integration in Rechenmodelle der gesamten Abgasanlagendynamik gezeigt.

Di. 15:20 Grashof C 215

Körperschall

Vorbereitung eines Ringversuchs zur Empfangsplattenmethode

M. Chamaoun, J. Scheck und H.-M. Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Die Empfangsplattenmethode nach EN 15657-1 ist ein praktikables Verfahren zur Charakterisierung von Körperschallquellen für Vergleichs- und Prognosezwecke. Mittlerweile verfügen zahlreiche Akustik-Institute in Europa über Empfangsplatten. Anhand eines Ringversuchs soll nun

die Vergleichbarkeit von Messergebnissen der charakteristischen Körperschallleistung untersucht werden bzw. eine Validierung der Messvorschriften erfolgen. Dafür wurde an der Hochschule für Technik Stuttgart eine Referenz-Körperschallquelle entworfen und konstruiert. Beim Design mussten die Anforderungen an eine ausreichend starke Körperschall-Anregung, hohe Admittanz (Kraftquellsituation), leichte Handhabbarkeit (Transport) und Reproduzierbarkeit in Einklang gebracht werden. Dies erfolgte mit Hilfe von FEM- Simulationen. Basierend auf diesen wurde die Quelle gebaut und anhand von Messungen die Eignung für den Ringversuch sichergestellt. In weiteren Vor- Untersuchungen an der Empfangsplatte der HFT Stuttgart wurden potentielle Unsicherheitsfaktoren des Norm-Verfahrens identifiziert, die es bei der Konzeption des Ringversuchs zu berücksichtigen gilt.

Di. 15:45 Grashof C 215

Körperschall

Die Methode der Interface Mobilitäten zur Prognose der Körperschallübertragung in der Praxis

S. Mathiowetz

TU Berlin

Körperschallquellen sind im Allgemeinen in Mehrpunkt-Installationen anzutreffen, wobei mehrere Bewegungskomponenten involviert sein können. Aufgrund der Komplexität ist es von Nöten, deren Beschreibung zu vereinfachen. Durch Einführung der Interface Mobilitäten kann der Mehrpunkt-Fall formal auf den Einpunkt- und Einkomponenten-Fall zurückgeführt werden. Damit können sowohl die Charakterisierung von Körperschallquellen als auch der damit verbundene Prozess der Körperschallübertragung in angekoppelte Strukturen über mehrere Kontaktpunkte wesentlich vereinfacht werden. Die Anwendbarkeit der Methode beruht auf der Vernachlässigung der sog. Kreuzordnungsterme. In früheren Studien wurde gezeigt, dass die Methode unter Vernachlässigung der Kreuzordnungsterme den Körperschallprozess in einer für die Ingenieurpraxis verwertbaren Genauigkeit beschreibt. In dieser Arbeit wird die Methode auf ein praxisrelevantes Beispiel übertragen. Der formale Einpunkt- und Einkomponenten-Fall der Interface Mobilitäten wird anhand einer Installation mit elastischen Stützelementen demonstriert.

Di. 16:10 Grashof C 215

Körperschall

The Attenuation of Structure-Borne Sound in Cross Stiffened Plates

A. Rajmane^{a,b}, R. Tschakert^a, B.A.T. Petersson^a und D.N. Manik^b

^a*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;* ^b*Indian Institute of Technology, Bombay*

An attenuation of structure-borne sound in plates can be obtained by attaching stiffeners. The attachment of parallel stiffeners is common and gives an attenuation of bending waves in a direction perpendicular to

the stiffeners. The effect of cross stiffeners on attenuation of bending waves is studied in the present work. Measurements are done on a cross stiffened plate and point and transfer mobilities are measured at various locations on the plate. The attenuation of bending waves originating from point excitation on the plate due to cross stiffeners is shown. The experimental results of transfer mobilities of a plate with periodic alignment of the stiffeners are compared with simulations. Thus the results give information about the attenuation of bending waves due to cross stiffeners in a broadband frequency range.

Di. 16:35 Grashof C 215

Körperschall

Indirect in-situ determination of blocked forces

M. Bauer^{a,b}, A. Moorhouse^a und T. Alber^b

^aUniversity of Salford (UK); ^bZF Lenksysteme GmbH

The characterization of structure-borne sound sources is important in many industrial development processes. The contribution of the active sources can be separated from the passive propagating components and effective optimization procedures can be started. Transfer path analysis and further methods that determine contact forces in operational conditions are always linked to a fixed source-receiver setting. To circumvent this disadvantage the source descriptor or the free velocity can be used just as well as the blocked force as a measure to characterize the source activity solely. Because of the mounting boundary conditions the blocked forces often cannot be measured. A possibility is shown to calculate them indirectly from operational acceleration measurements and structural measurements, done in-situ. First the source activity is determined on a test structure and used on a further structure with different dynamic properties to predict accelerations. A good agreement between measured accelerations and predicted ones can be seen as a validation of the new method. Results of the contact force method are shown as well as predictions done by different approaches of the new in-situ blocked force method.

Di. 17:00 Grashof C 215

Körperschall

Force and Velocity Field Distribution on Drainage Pipes Excited by Two-Phase Flow

R.A. Alzugaray und B.A.T. Petersson

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Drainage networks are a significant source of noise pollution in apartment housing due to the injection of air as a consequence of water discharges from installed appliances. The fluid-pipe wall interaction governs the vibratory behavior of drainage pipes and makes them an active structure with the ability to transmit power into attached passive structures and impart power to fluid environments perceived as audible noise. In the present paper, on route towards a proper structure-borne sound source characterization of drainage pipes excited by two-phase flow regime, experimental and numerical results of the force and velocity field

on the pipe wall surface are analyzed as relevant quantities attributed to the flow-induced vibrations and the acoustic radiation from the surface.

Di. 17:25 Grashof C 215

Körperschall

Computation of the Surface Velocity of a Cylindrical Layered Dielectric Device Caused by Partial Discharges

U. Buchholz^a und B.A.T. Petersson^b

^aBundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin; ^bTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Elastic waves caused by partial discharges in a solid dielectric device are investigated. The solid dielectric device consist of two cylindrical layers namely of a cross-linked polyethylene layer and an elastomeric layer, from the inner to the outer respectively. The innermost boundary is defined to be infinite rigid whereas the outermost boundary behave as a free surface. The partial discharge is modelled as point force acting in radial direction. By using transfer matrix method the surface velocity is computed for different locations of the source. Furthermore the Influence of Poisson's ratio of the surface velocity is studied.

Di. 17:50 Grashof C 215

Körperschall

In-Situ-Charakterisierung menschlicher Geher als Körperschallquelle mit dem Zwei-Platten-Verfahren

H. Bietz und V. Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Für bauakustische Prognoserechnungen kann es erforderlich sein, die Quellcharakteristik einer Körperschallquelle (Admittanz, Quellkraft, freie Schnelle) zu kennen bzw. zu bestimmen. Im Falle des menschlichen Gehers stellt die Bestimmung dieser Parameter eine besondere Herausforderung dar, u.A. durch die zahlreichen Variationsmöglichkeiten der Quelle und die Schwierigkeit, die Quellparameter unter realistischen Bedingungen zu bestimmen. In der Vergangenheit wurden mehrere Versuche zur Bestimmung der Quellparameter unternommen, wobei die erzielten Ergebnisse je nach Versuchsaufbau eine sehr große Streuung aufweisen. In der PTB wurde nun ein neuer Ansatz verfolgt, die Quellcharakterisierung mit Hilfe des Zwei-Platten-Verfahrens zu realisieren. Die grundsätzliche Tauglichkeit dieses Verfahrens konnte in der Vergangenheit sowohl für stationäre als auch für instationäre Quellen aufgezeigt werden. Der Vorteil des Verfahrens liegt darin, dass die Quellen in ihrer Gesamtheit betrachtet werden und unter realistischen Betriebsbedingungen ("In Situ") charakterisiert werden können. Kritisch ist hingegen die Auswahl geeigneter Empfangsplatten. Diese müssen hinsichtlich Admittanz, Modendichte und Dämpfung bestimmte Kriterien erfüllen, um für das Messverfahren bzw. die jeweils zu charakterisierende Quelle geeignet zu sein. In dem Vortrag wird über erste Ergebnisse und Erfahrungen mit diesem Messverfahren zur Charakterisierung eines menschlichen Gehers berichtet.

Di. 14:30 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Abstimmung auditiver Anzeigen für FahrerassistenzsystemeM. Strauß^a, T. Treichel^a und R. Kessler^b^a*Fraunhofer IDMT*; ^b*BMW Group*

Die Entwicklungen im Bereich der aktiven und passiven Sicherheit von Fahrzeugen liefern einen wertvollen Beitrag zur Verkehrssicherheit. Um den Fahrer in seiner Fahraufgabe zu unterstützen, wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Fahrerassistenzsysteme entwickelt und eingeführt. Einparkhilfen, Fahrdynamikregelungen, Bremsassistenten und Navigationssysteme können hier beispielhaft aufgeführt werden. Ergänzend zu den visuellen und taktilen Fähigkeiten des Fahrers wird dabei zunehmend auch der auditive Informationskanal genutzt. In der multimodalen Informationsdarstellung liegt der Schlüssel zu effizienteren, intuitiv nutzbaren Mensch-Maschine-Schnittstellen. Deshalb stellt die gewissenhafte Abstimmung auditiver Anzeigen einen wichtigen Schritt zur Optimierung der Informationsübertragung zwischen Fahrerassistenzsystem und Fahrzeugführer dar. Prozessbedingt stellt sich diese Aufgabe als mehrmals wiederkehrender und - je nach Methode - auch als zeit- und aufwändiger bzw. schwer reproduzierbarer Arbeitsschritt dar. In diesem Beitrag wird auf die bestehende Problematik eingegangen und ein Lösungsansatz zur Klangzeichenabstimmung vorgestellt. Mit Hilfe eines Mikrofonaufbaus und einem nachgelagerten statistischen Ansatz zur Bestimmung der Lautstärke von ausgewählten Klangzeichen konnten zuverlässige Ergebnisse erzielt werden. Diese reproduzierbaren Messergebnisse haben das Potential, zu einem wertvollen Bestandteil für den Entwicklungs- und Laborbetrieb zu werden. Eine Protokollierung und Archivierung der Messdaten kann der Überprüfung des Serienstands in Fahrzeugen mit Hinblick auf den letzten Entwicklungsstand dienen und zur Qualitätssicherung herangezogen werden.

Di. 14:55 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Automatisches Tuning von Kfz-Freisprecheinrichtungen über einen Bluetooth-LinkD. Ruwisch*Ruwisch & Kollegen GmbH*

Für das Verhalten von Kfz-Freisprecheinrichtungen existieren anerkannte Spezifikationen; und mit objektivem Mess-Equipment lässt sich die Einhaltung dieser Spezifikationen überprüfen. Werden einzelne Aspekte der Spezifikation verfehlt, ist es in der Regel schwierig, aus den Messergebnissen auf erforderliche Parameteränderungen der Freisprecheinrichtung zu schließen, um die Erfüllung der Spezifikation zu erreichen. Um diesen entscheidenden Schritt bei der Abstimmung von

Freisprecheinrichtungen zu erleichtern, wird ein automatisches Tuning-System vorgestellt. Dieses erhält über einen zusätzlichen, proprietären Bluetooth-Link Zugriff auf innere Variablen und Parameter der Freisprecheinrichtung. Aus den objektiven Messwerten und den inneren Zustandsvariablen werden selbsttätig die notwendigen Veränderungen von Systemparametern der Freisprecheinrichtung berechnet und über den proprietären Bluetooth-Link in die Freisprecheinrichtung zurückgeschrieben. Auf diese Weise lassen sich Verstärkungseinstellungen, Equalizerwerte sowie Parameter des Echo-Cancellings justieren. Besonders wichtig ist eine automatische Abstimmung außerdem für Mikrofon-Array-Systeme. Diese werden durch Reflektionen an mikrofonnahen glatte Oberflächen in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt. Diese Funktionsbeeinträchtigung lässt sich durch das vorgestellte Tuning-System wirksam beheben.

Di. 15:20 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Optimierung eines einkanaligen Verfahrens zur Störgeräuschunterdrückung für Kommunikationsanwendungen

W. Grünbaum und C. Gruber

voice INTER connect GmbH

Die Reduktion von Störgeräuschen ist für Kommunikationsanwendungen von großer Bedeutung. Viele Kommunikationssysteme wie Freisprecheinrichtungen im KFZ oder Interkom- bzw. Gebäudekommunikationsanlagen sind einkanalig aufgebaut. Zur Verarbeitung steht hier allein das Mikrofonsignal zur Verfügung. Störsignale wie Straßenlärm oder Fahrgeräusche im KFZ-Innenraum überlagern das Nutzsignal und stören die Kommunikation. Der Einsatz eines Systems zur Störgeräuschunterdrückung führt zu einer frequenzabhängigen Dämpfung der Störanteile und so zu einer Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR). Die wichtigste Aufgabe besteht hierbei in der Schätzung der spektralen Eigenschaften des Störsignals. Die Verbindung herkömmlicher Schätzalgorithmen mit einem Filterverfahren wie der spektralen Subtraktion oder einem Wiener-Filter führt bei hohem SNR zu guten Ergebnissen. Bei sehr geringem SNR wird das Nutzsignal jedoch stark verzerrt. Weitere Schwächen sind die zumeist geringe Adaptionsgeschwindigkeit und Musical Tones im bereinigten Ausgangssignal. In diesem Beitrag werden die grundlegenden Systemanforderungen herausgearbeitet und Maßnahmen zur Optimierung der Störgeräuschschätzung sowie zur Erhöhung der Adaptionsgeschwindigkeit beschrieben. Es wird ein Schätzverfahren vorgestellt, dass eine gute Unterdrückungsleistung bei geringer Verzerrung des Nutzsignals ermöglicht. Weiterhin wird auf die Berechnung der Filterübertragungsfunktion in Form eines parametrischen Wiener-Filters und die Auswirkung der Parametrierung auf die Qualität der Störgeräuschunterdrückung eingegangen. Abschließend erfolgt die Diskussion von Maßnahmen zur ressourcensparenden Implementierung beim Systemdesign.

Di. 15:45 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Head-Unit Integrated Microphone Array for Handsfree Wideband Telephony

H. Yu und T. Fingscheidt

TU Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik

Nowadays handsfree equipment for mobile telephony is mandatory in cars. With upcoming wideband telephony appropriate solutions operating at a sampling frequency of 16 kHz are required. Microphone array based beamforming for noise reduction is particularly interesting in car applications, however, it is challenging. In this paper we propose a head-unit integrated microphone array with low-cost microphones. Unlike many other approaches assuming quite idealistic conditions, our proposal is optimized and tested with real multi-channel signals acquired with these integrated microphones. Although the position of the head-unit is not optimal from an acoustical perspective, it is yet very attractive, since no further wiring is necessary and radio/navigation systems manufacturers can offer very compact and optimized solutions including the microphones. In order to achieve good noise reduction performance in car noise, we complement the beamformer with a post-filter, which is estimated with the knowledge of the car specific noise coherence of diffuse noise and an adaptive smoothing approach. By using an intrusive instrumental evaluation methodology, we show that compared to the state of the art a significant level of noise attenuation along with a high preservation of the quality of the speech component can be achieved.

Di. 16:35 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Robust adaptive cancellation of interfering speakers for distributed microphone systems in cars

T. Matheja, M. Buck und T. Wolff

Nuance Communications

For hands-free speaking systems in car environments often multi-channel signal processing is applied to include the speech of the wanted speaker at the best. Beside beamforming approaches distributed microphone systems can be installed where the distances between the microphones might be larger in order to align to several potential speakers. In this presentation a system is proposed that applies adaptive filters to cancel cross-talk between the microphone signals. In contrast to the well-known echo cancellation problem a noise component occurs on the reference signal which complicates the control of the adaptive filter. A robust adaptation rule based on the NLMS algorithm is derived and discussed.

Di. 17:00 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Wideband in Car Hands-FreeH.W. Gierlich*HEAD acoustics GmbH*

Wideband speech services in cars will be a great improvement compared to narrowband speech services, especially for the driver inside the car: Wideband speech reduces drivers' distraction, increases the intelligibility and reduces the perception of poor speech quality when switching between audio presentation and speech communication. The support of such services by the different networks and services also forms the basis for the integration of wideband speech hands-free services in cars. However, to achieve a superior speech quality inside the car all elements involved in the transmission have to provide adequate speech quality. This includes the Bluetooth link used to connect the hands-free car system via the mobile terminal, the mobile terminal and the IP-based fixed network as well. The presentation will give an overview about the state of the art of the connections used today and their impact on speech quality. Relevant measurements for the qualification and optimization of wideband car hands-free systems are introduced and their relevance for the different parameters contributing to the speech quality are discussed based on the new ITU-T Focus Group CarCom specification.

Di. 17:25 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Echo Assessment in Narrowband and Wideband ScenariosF. Kettler und M. Lepage*HEAD acoustics GmbH*

Echo disturbances are typically characterized by the two parameters echo attenuation and echo delay (round trip delay). Both values are verified individually with reference to common standards in telecommunications. A new approach to quantify echo disturbances was introduced during the last NAG/DAGA 2009. It is based on a hearing adequate echo analysis and considers the masking by the user's own voice. Furthermore it is applicable for narrowband and wideband scenarios, which makes it suitable for upcoming telecommunication networks and the new generation of terminals. Results of subjective tests, both talking and listening tests and listening only tests as well as latest modifications on the echo assessment model are discussed.

Di. 17:50 Bauwesen H1

Sprache im Kraftfahrzeug

Lautheitsabhängige SprachverständlichkeitR. Kühler^a, J. Rennies^a, J.-E. Appell^a und B. Kollmeier^b^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg;*^b*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg*

Durch die immer wichtiger werdende Rolle von akustischen Kommunikations- und Entertainment-Elementen im Automobil kommt der Verständlichkeit von Sprache eine wachsende Bedeutung zu. In der Regel erreicht man gute Sprachverständlichkeit durch ein ausreichend hohes Signal-Rausch-Verhältnis (SNR), was bei gleicher Verständlichkeit für Schwerhörende meist deutlich höher als für Normalhörende liegen muss. In der Praxis kann sich allerdings das Problem ergeben, dass dafür ein Sprachpegel erforderlich wäre, der zu unangenehm lauter Wiedergabe führen würde - beispielsweise durch einen hohen Störgeräuschpegel bei hoher Geschwindigkeit. In solchen Fällen ist eine Modellierung von Sprachverständlichkeit und Lautheitswahrnehmung unerlässlich. Daher wurde eine kombinierte Modellierungsumgebung (SIP-Toolbox) entwickelt, in der Sprachverständlichkeits- und Lautheitsmodelle für beliebige Signale und Übertragungswege verglichen werden können. Neben den standardisierten Maßen wie dem Sprachverständlichkeitsindex (SII) und dem Sprachübertragungsindex (STI) sind auch neuere Modelle enthalten, die einige Defizite der Standardverfahren überwinden und beispielsweise auch für modulierte Störsignale oder binaurales Hören anwendbar sind. Die SIP-Toolbox ermöglicht einen einfachen Vergleich aller Verfahren zur Sprachverständlichkeitsvorhersage. In gleicher Weise sind auch verschiedene Lautheitsmodelle integriert. Die durch die SIP-Toolbox gewonnenen kombinierten Vorhersagen für Lautheit und Sprachverständlichkeit wurden durch Messungen validiert. Sie können Aufschluss darüber geben, wann eine Erhöhung des Sprachpegels keine zufriedenstellende Lösung mehr bietet und komplexere Signalverarbeitungsstrategien im Automobil vorteilhaft sein können.

Di. 14:30 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Schienenstegdämpfer - eine Möglichkeit zur Reduktion der Schallabstrahlung im SchienenverkehrW. Behr*Deutsche Bahn AG*

Die Schallabstrahlung von Zügen, insbesondere von Güterzügen, wird meistens vom Rollgeräusch dominiert. Beim fahrenden Zug werden aufgrund des Rad-Schiene-Kontaktes sowohl die Räder als auch die Schiene in Schwingungen versetzt, was letztlich zur Schallabstrahlung führt. Das Rollgeräusch unterteilt sich somit im Wesentlichen in einen Anteil des Rades und in einen Anteil des Oberbaus, hier insbesondere der

Schiene. Schienenstegdämpfer sind eine Möglichkeit, die Schallabstrahlung der Schiene und somit die gesamte Schallabstrahlung eines fahrenden Zuges zu reduzieren. Während die Wirkung von Schienenstegdämpfern im Falle eines Oberbaus mit weichen Zwischenlagen bereits nachgewiesen werden konnte, fehlten bisher Aussagen zur Wirkung von Schienenstegdämpfern im Falle eines Oberbaus mit harten Zwischenlagen. Viele Strecken, die insbesondere stark von Güterzügen befahren werden und somit hinsichtlich der Schallabstrahlung besondere Aufmerksamkeit verdienen, haben einen "Standard-Oberbau", bestehend aus Betonschwellen im Schotterbett und einer Schienenbefestigung auf harten Zwischenlagen. Da dieser Oberbau im Schienennetz der Deutschen Bahn sehr häufig auftritt, wurde bzw. wird er in dem Innovationsprojekt "Leiser Zug auf realem Gleis (LZarG)" unter Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Verkehr hinsichtlich der Möglichkeiten zur Schallreduktion besonders untersucht. Vorgestellt werden die Untersuchungen und akustischen Messungen zu Schienenstegdämpfern am "realem Gleis", also an auf harten Zwischenlagen gebetteten Schienen, die im Rahmen des Projektes "LZarG" von der Firma Vossloh entwickelt wurden und deren Entwicklung die Deutsche Bahn begleitet hat.

Di. 14:55 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Schall 03 2006: Berücksichtigung anderer Bahntechnik und von Innovationen anhand eines Beispiels der Stuttgarter Straßenbahnen
M. Liepert^a, U. Möhler^a und W. Großmann^b

^aMöhler + Partner; ^bStuttgarter Straßenbahnen AG

Die Berechnung der Schallemissionen von Schienenwegen erfolgt in Deutschland derzeit nach der Rechenvorschrift Schall 03 aus dem Jahr 1990. Im Entwurf liegt die Überarbeitung der Schall 03 vor. Diese sieht - anders als die bisherige Schall 03 - ein Verfahren vor, mit dem Innovationen, insbesondere neuartige Bahntechniken, in das Rechenmodell nachträglich integriert werden können. Die neuen Bahntechniken können u.a. Fahrzeuge oder Komponenten davon, Fahrbahnarten, Brücken oder Gleis- und Radpflegeverfahren umfassen. Dadurch kann stets der jeweils aktuelle Stand der Bahntechnik abgebildet werden. Die Stuttgarter Straßenbahnen AG hat durch Schallmessungen überprüfen lassen, inwieweit die bekanntermaßen geringen Lärmemissionen ihrer Fahrzeuge im Rechenverfahren der neuen Schall03 einzuordnen sind. Am Beispiel eines modernen Fahrzeugtyps soll in dem Vortrag dargelegt werden, wie auf der Grundlage von Schallmessungen ein Fahrzeug als neue Bahntechnik in der neuen Schall 03 berücksichtigt werden kann. Die Dokumentierung der neuen Bahntechnik innerhalb des Regelwerks wird dargestellt; außerdem werden beispielhaft die möglichen Auswirkungen in Planungsverfahren diskutiert.

Di. 15:20 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Die Track Decay Rate als Kenngröße für die Geräuschabstrahlung des GleisesM. KalivodapsiA-Consult GmbH

In der ISO 3095 wird die Schwingungsabklingrate des Gleises (Track Decay Rate, TDR) als Kenngröße verwendet, um die Geräuschabstrahlung des Gleises zu charakterisieren. Im Rahmen des vom BMVIT und den ÖBB geförderten Forschungsprojektes "sysBahnLärm" sind nun Geräuschemission und TDR von 16 unterschiedlichen Streckenabschnitten mit verschiedener Streckengeometrie, Oberbauform und Unterbau untersucht worden. Das Ziel war es dabei zu überprüfen, ob die TDR auch abseits von den Anforderungen an Zulassungsmessungen für die akustische Charakterisierung eines Gleises herangezogen werden kann. Der Vorteil läge darin, dass man das Gleis einfacher, als das mit Geräuschemissionsmessungen möglich ist, und auch schon vor Betriebsaufnahme beurteilen könnte. Es hat sich im Wesentlichen gezeigt, dass bei geraden Strecken eine gute Korrelation zwischen TDR und Geräuschemission besteht, während im engen Bogen der Zusammenhang bei den untersuchten Streckenabschnitten nicht so eindeutig war.

Di. 15:45 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Schienenrauheiten auf dem Schweizer Netz: Abhängigkeiten, Entwicklungen und Strategien zur SchienenpflegeC. Czolbe^a und T. Thron^b^aPROSE AG; ^bTU Berlin, FG Schienenfahrzeuge

Im relevanten Geschwindigkeitsbereich der Eisenbahn dominiert bei der Fahrzeugemission der Anteil des Rollgeräuschs. Dieses wird durch die Rauheiten von Rad und Schiene verursacht und ist darüber hinaus noch von Parametern der Geometrie und Strukturdämpfung abhängig. In modernen Berechnungsmodellen für den Schienenlärm - sonRAIL - werden diese Parameter benötigt, um die Emission an einer beliebigen Stelle im Schienennetz mit hoher Genauigkeit zu ermitteln. Aus den Messungen und Untersuchungen an Eisenbahnradern kann heute die Radrauheit abhängig vom verwendeten Bremssystem ausreichend genau vorhergesagt werden. Die Schienenrauheit im Netz ist hingegen weitgehend unbekannt. In der Schweiz wurden daher die Schienenrauheiten auf den wichtigsten Streckenabschnitten mittels indirekter Methode während der Fahrt ermittelt. Das Verfahren und die Resultate sollen hier vorgestellt werden. Wie ist die Rauheit im Netz verteilt und gibt es bestimmte Abhängigkeiten? Allein durch die Schienenrauheiten kann der Rollgeräuschpegel an unterschiedlichen Gleisabschnitten um bis zu 20 dB variieren. Demnach steckt in einer gezielten Schienenpflege ein hohes Lärminderungspotential, welches bisher nicht voll genutzt wurde. Durch "akustisches" Schienenschleifen kann dies beeinflusst werden.

Wie ist also die Schienenrauheit auf langen Netzabschnitten zu überwachen und wann muss geschliffen werden?

Di. 16:10 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Messdatengestützte Simulation der Wirkung von Radschallabsorbern auf Laufgeräusche im Nahverkehr

M. Fehndrich^a und L. Krüger^b

^aBochumer Verein Verkehrstechnik GmbH; ^bAlstom Transport Deutschland GmbH

Radschallabsorber gegen Laufgeräusche werden erfolgreich beim Hochgeschwindigkeitsverkehr (z.B. beim ICE), aber auch beim Güterverkehr eingesetzt. Im Nahverkehr ist Haupteinsatzzweck von Radschallabsorbern die Reduzierung kreischender Kurvengeräusche. Sie wirken aber auch dort gegen das Rollgeräusch. Das ist immer dann relevant, wenn die Pegel durch Rollgeräusche bestimmend sind.

Für ein projektiertes Nahverkehrsfahrzeug von Alstom Transport Deutschland soll der zu erwartende Pegel im Laufgeräusch abgeschätzt werden. Zum Einsatz soll ein vom Bochumer Verein Verkehrstechnik entwickeltes Rad kommen, samt dazu entwickelter Radschallabsorber gegen Kurvenkreischen.

Auf Basis von FE-Berechnungen und gemessener Übertragungsfunktionen eines absorbergedämpften Prototyprades konnte mit Hilfe des Programmpakets TWINS der Vorbeifahrtspegel durch das Laufgeräusch eines Fahrzeuges mit und ohne Absorber ermittelt werden. Dabei ergeben sich auf dem berechneten Referenzgleis bei Geschwindigkeiten von 60 und 80 km/h Pegelreduzierungen von 6 dB(A).

Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu einem Hinweis in der aktuellen VDV Schrift 154 (08/02), "Die bei Eisenbahnzügen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs eingesetzten Schallabsorber gegen das Rollgeräusch haben in dem Geschwindigkeitsbereich von Straßenbahnen, Stadtbahnen und U-Bahnen keine nennenswerte Wirkung.". Dieser sollte durch den empfehlenden Hinweis ersetzt werden, dass Radschallabsorber die Pegel durch das Laufgeräusch von Nahverkehrsfahrzeugen nennenswert reduzieren können. Eine entsprechende Änderung wird im Rahmen der laufenden Überarbeitung der VDV Schrift 154 diskutiert.

Di. 16:35 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Berechnung des Rollgeräusches von Eisenbahnradern mittels Mehrkörpersimulation

A. Carrarini, A. Heckmann und I. Kaiser

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

Die Mehrkörpersimulation ermöglicht heutzutage die Berechnung hochfrequenter Schwingungen elastischer Strukturen mit akzeptablem Rechenaufwand. In diesem Kontext bietet sich an, die Ergebnisse von Zeitsimulationen komplexer Mehrkörpersysteme mit elastischen Strukturen

auch akustisch auszuwerten. Insbesondere geht es darum, den Körperschall zu berechnen, da diese Größe sich unmittelbar und mit minimalem Rechenaufwand aus den mechanischen Größen herleiten lässt. Dabei ist vorausgesetzt, dass das Modell den relevanten Frequenzbereich gut abbildet. Wenn auch eine Aussage über den abgestrahlten Schall notwendig ist, kann dies in einer zusätzlichen nachgeschalteten Analyse mit passenden Tools (z.B. BEM) erfolgen.

In diesem Beitrag wird die akustische Analyse eines rollenden Eisenbahnwagens durchgeführt. Der Wagen wurde zunächst im FEM-Programm ANSYS modelliert und anschließend als flexibles Bauteil in das komplette Mehrkörpermodell eines Schienenfahrzeugs eingebaut. Hierfür wurde die Software SIMPACK verwendet. Es ist zu betonen, dass das Wagenmodell keinen Einschränkungen unterliegt: er ist gelagert und wird von den Kräften am Rad/Schiene-Kontakt beansprucht, d.h. die Randbedingungen entsprechen weitgehend den realen operativen Randbedingungen. Bezüglich der Anregung des Wagens am Rad/Schiene Kontakt sind zwei Szenarien untersucht worden: die Schwankung der Kontaktkräfte aufgrund von Schienenrauheit und den Schlag beim Passieren des Herzstücks einer Weiche. In beiden Fällen werden die Rad/Schiene Kräfte ausgehend von Messdaten des Schienenprofils berechnet.

Di. 17:00 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Das sonRAIL Emissionsmodell für Eisenbahnlärm

T. Thron

TU Berlin, FG Schienenfahrzeuge

Das vorgestellte Emissionsmodell ist Bestandteil des Gesamtprognosemodells für Lärmberechnungen an Schienenwegen - sonRAIL. Die Bewertung von Lärminderungsmaßnahmen sowie die Erstellung von Lärmkarten setzen eine genaue und detaillierte Beschreibung der Schallquellen voraus. Im Emissionsmodell wird diese Forderung durch die Berücksichtigung der wesentlichen Parameter der Rollgeräuschentstehung sowie der Antriebs- und Aggregatgeräusche umgesetzt. Die Modellparameter sowie die Berechnungsalgorithmen werden vorgestellt. Anhand des Einflusses von Rad- und Schienenrauheiten auf das Rollgeräusch werden Beispielrechnungen gezeigt. Als Möglichkeit der Erhebung realer Modelldaten wird die indirekte Messung von Radrauheiten vorgestellt. Dieses Verfahren ermöglicht Messungen an fahrenden Zügen, so dass eine Berechnung von Emissionsdaten für jedes Fahrzeug eines Zugverbandes auf der Basis realer Messdaten erfolgen kann.

Di. 17:25 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Parameteridentifikation von viskoelastischen Materialien und FE-Simulation für die Anwendung zur Geräuschminderung im Schienenverkehr

K. Jalics^a, R. Arndt^a, H.-H. Pribsch^a, G. Schleiner^b und P. Weidinger^c

^a*Virtual Vehicle, Graz;* ^b*Siemens Transportation Systems, Graz;* ^c*Voest Alpine Schienen*

Die Geräuschreduktion im Schienenverkehr spielt - insbesondere wegen der Lärmbelastung der Bevölkerung in Ballungszentren - immer wieder eine große Rolle. Neben klassischen Lösungen zur sekundären Geräuschreduktion, wie z.B. mittels Lärmschutzwand, ist es wichtig, auch am Ort der Geräuscentstehung, nämlich an Rad und Schiene, primäre Maßnahmen zu setzen und in Lösungen zu integrieren. Analysen dazu erfolgten bisher allerdings überwiegend im Versuch. Um den Versuchsaufwand zu reduzieren bzw. schnell und kostengünstig das Potenzial der Geräuschreduktionsmaßnahmen abschätzen zu können, sollen schon im Vorfeld Simulationsmodelle zur Verfügung stehen. Für das Erreichen dieses Zieles erfolgten umfangreiche Untersuchungen mit verschiedenen visko-elastischer Materialien an Rad und Schiene. Dabei wurden Simulationsmodelle entwickelt und durch Versuche validiert. Die Vergleiche der Ergebnisse aus Berechnung und Versuch zeigen sehr gute Übereinstimmung. In diesem Beitrag wird hauptsächlich die Modellierungsmethodik erläutert.

Di. 17:50 Bauwesen H2

Schienenverkehrslärm

Anwendung indirekter Methoden zur Bestimmung von rollgeräuschrelevanten Parametern im Rahmen von Fahrgeräuschmessungen an Schienenfahrzeugen

B. Stegemann und M. Oppel

Bombardier Transportation

Bei den meisten Schienenfahrzeugtypen ist auf fast allen denkbaren Oberbauarten in einem weiten Fahrgeschwindigkeitsbereich von ca. 40 km/h bis ca. 280 - 330 km/h das Rollgeräusch die dominante Geräuschquelle. Hauptanregungsparameter ist dabei die kombinierte Schienen- und Radrauheit. Darüber hinaus sind die dynamischen Oberbaueigenschaften, ausgedrückt in Form von räumlichen Schwingungsabklingraten für die Anregung und oberbauseitige Abstrahlung des Rollgeräuschs relevant. Um reproduzierbare Messergebnisse zu erhalten und um tatsächlich das Fahrzeug und nicht den Fahrweg zu messen, werden Fahrgeräuschmessungen an Schienenfahrzeugen oft auf sogenannten Referenzgleisen, mit genau bekannten und für Abnahmemessungen begrenzten Schienenrauheiten und Abklingraten durchgeführt. Dabei können die Rauheiten und Abklingraten direkt gemessen werden. Teilweise sind die zu verwendenden Mess- und Analysemethoden bereits genormt. Für die direkte Messung der Radrauheiten besteht noch keine gültige Norm, wohl aber Empfehlungen aus verschiedenen Entwicklungsprojekten. Unter bestimmten Voraussetzungen sowie Annahmen

zu den Kontaktfiltren der kombinierten Schienen-/Radrauheit und bei Kenntnis eines der drei Parameter aus direkten Messungen, ist es auch möglich, mit Hilfe von fahrwegfesten (Schienenschwingungen) bzw. fahrzeugseitigen (Achslagerschwingungen) Messungen, die beiden anderen Parameter indirekt zu bestimmen. Die fahrwegfeste indirekte Methodik erscheint gerade im Rahmen von zeitkritischen akustischen Abnahme-fahrtmessungen, die meist auf eher kurzen Referenzgleisabschnitten durchgeführt werden, sehr verlockend, um für den Fahrzeughersteller Abnahmezeit und -kosten kalkulierbarer zu gestalten.

Di. 14:30 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Die Verbesserung der Lärmprognose durch Einbeziehung von Messergebnissen

W. Probst

DataKustik GmbH

Die Prognose der Geräuschimmissionen in der Umgebung von Verkehrswegen oder auch von Industrieanlagen erfolgt durch Anwendung einer Schallausbreitungsrechnung, wobei die Geräuschemissionen der Quellen bekannt sein müssen. Diese werden durch Messungen im Nahbereich bestimmt oder aus den lärmrelevanten technischen Parametern berechnet. Damit hängt die Richtigkeit einer berechneten Lärmkarte stets davon ab, dass die Voraussetzungen dieser Annahmen über die Emissionen noch gelten. Es ist aber auch möglich, eine evtl. geänderte Schallemission durch laufende Messungen zu erkennen und - unter Anwendung geeigneter Verfahren - aus den Messwerten in geeigneter Weise anzupassen. In idealer Weise würde an jeder unabhängigen Quelle eine laufende vollständige Messung der Emission erfolgen. Mit geeigneten Techniken kann aber auch unter Einbeziehung weniger Messstationen eine noch akzeptablere Endgenauigkeit erzielt werden. Allerdings sollten Modebegriffe wie "Reverse Engineering" oder "Dynamische Lärmkarte" nicht darüber hinwegtäuschen, dass das an Lärm-messergebnisse angekoppelte Emissionsmodell umso ungenauer und das berechnete Ergebnis umso unsicherer ist, je weniger Messstationen zur Verfügung stehen.

Di. 14:55 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Zur Berechnung des Lärms vom Straßenverkehr

W. Probst

DataKustik GmbH

Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) wurden die unterschiedlichen Ansätze zur Lärmberechnung nach Europäischen Verfahren untersucht, um sachgerechte Hinweise für erforderliche Änderungen bei der Weiterentwicklung der RLS-90 zu erhalten. Die Untersuchung zeigt, dass bei den neueren Verfahren meist versucht wird, die Genauigkeit durch detaillierte Einbeziehung weiterer physikalischer Phänomene zu erhöhen. Es zeigt sich aber auch, dass dies in vielen

Fällen zu Softwarelösungen führt, die die Rechenzeiten extrem ansteigen lassen und die Ursachenfindung bei unplausiblen Ergebnissen extrem erschweren. Beispiele sind die Berücksichtigung von Kohärenz bei der Überlagerung von Schallanteilen, die Anwendung des Konzepts der Fresnelzonen, der Übergang zu schmäleren Frequenzbändern und die Einbeziehung der Meteorologie. Als Schlussfolgerung wird empfohlen, bei der Bewertung von Verbesserungsmöglichkeiten stets die Aspekte Genauigkeit, Präzision und Transparenz zusammen zu sehen. Weiter sollte eine geplante Verbesserung softwaretechnisch realisiert und die Anwendung durch Anwender aus der praktischen Beratung geprüft werden.

Di. 15:20 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Zerstörungsfreie Prüfung des zugänglichen Hohlraumgehalts von offenporigen Asphalten

J. Hübel^a, C. Kühnert^a, U. Figula^a und F. Wellner^b

^aHochschule Mittweida - University of Applied Sciences; ^bTU Dresden, Fachbereich Stadtbauwesen und Stadttechnik

Der zugängliche Hohlraumgehalt von offenporigen Asphalten wird in der Regel an Bohrkernen bestimmt. Dieses Verfahren bedingt die Entnahme von Material aus der Asphaltdeckschicht und kann somit nicht als zerstörungsfreie Methode angesehen werden. Die Bestimmung des Hohlraumgehaltes kann auf diese Weise nur exemplarisch an bestimmten Stellen, jedoch nicht flächendeckend und somit i.d.R. nicht mit statistischer Sicherheit bestimmt werden. Da der zugängliche Hohlraumgehalt erst nach dem Einbau an der bereits erkalteten Deckschicht ermittelt werden kann, ist darüber hinaus eine Einflussnahme auf die Verdichtung noch während der Bauausführung ausgeschlossen. Es erweist sich somit als erforderlich, eine zerstörungsfreie Methode zur Bestimmung des zugänglichen Hohlraumgehalts zu entwickeln, die ein Intervenieren während des Verdichtungsprozesses erlaubt. Aufbauend auf dem phänomenologischen Modell für poröse Absorber wurde ein Verfahren entwickelt, das die Berechnung des zugänglichen Hohlraumgehalts aus der Oberflächenimpedanz der offenporigen Asphalttschicht ermöglicht. Zur Messung der Wandimpedanz wurde eine PU-Sonde verwendet. Ihre prinzipielle Eignung für den Anwendungszweck ist hierbei in Laboruntersuchungen getestet worden. Ein erster Prototyp eines Messsystems wurde entwickelt und unter Praxisbedingungen eingesetzt. Seine Weiterentwicklung sowie weitere messtechnische Untersuchungen an realen Probestrecken sind vorgesehen.

Di. 15:45 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Ermittlung der Beurteilungspegel von Windenergieanlagen aus LangzeitmessungenD. Knauf*deBAKOM GmbH*

In der Regel wird bei der messtechnischen Überprüfung der Pegel von Windenergieanlagen (WEA) der der Prognose zugrunde gelegte Schallleistungspegel überprüft. Ein Rückschluss aus diesen Messungen auf die Beurteilungspegel an den Immissionsorten ist jedoch nur indirekt anhand einer Ausbreitungsrechnung möglich, die mit mehr oder minder großen Unsicherheiten behaftet ist. Bei einer direkten Messung an den Immissionsorten besteht das Problem, dass die Messungen bei Mitwind (günstige Ausbreitungsbedingungen) erfolgen sollen, und dass in der Regel andere Geräusche als nur die der WEA erfasst werden. Hier soll eine Auswertemethode vorgestellt werden, die es erlaubt aus Langzeitmessungen anhand von klassierten Spektren und Pegeln die Beurteilungspegel der WEA zu ermitteln.

Di. 16:10 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Zur Unsicherheit bei der Prognose der Lärmimmissionen von Lkw-Anlieferzonen mit StandardverfahrenK. Schirmer^a, S. Langer^b und M. Schmelzer^c*^aBonk-Maire-Hoppmann GbR; ^bTU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik; ^cPhysikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Lärmimmissionen durch Ladevorgänge von Lkw stellen aufgrund ihrer Geräuschcharakteristik eine Lärmquelle mit großem Störpotential dar. Insbesondere in Wohngebieten treten Geräusche durch Ladevorgänge an Nahversorgungsmärkten auf. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist der Immissionsschutz der Nachbarschaft vorab nachzuweisen. Dies geschieht durch eine rechnerische Prognose gem. TA Lärm i.V. mit DIN ISO 9613-2. Hierzu wird in der Regel Standardsoftware eingesetzt deren Ausbreitungsrechnungen - wie die einschlägigen Richtlinien auch - auf dem Strahlenmodell des Schalls basieren. Bekanntermaßen weisen diese Verfahren Schwächen auf, wenn aufgrund der geometrischen Komplexität der Aufgabenstellung physikalische Phänomene wie Beugung und Mehrfachreflexionen eine große Rolle spielen. In der Beratungspraxis treten diese Schwächen der Standard-Prognoseverfahren deutlich zu Tage, so dass sich die Immissionen bzw. die konkrete Wirksamkeit von Schallschutzmaßnahmen häufig nur ungenau prognostizieren lassen. Im Rahmen eines durch die Dt. Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes wird daher derzeit ein Berechnungsverfahren unter

Verwendung der Randlelementmethode entwickelt, das die Prognose-sicherheit von Immissionsschutzberechnungen verbessert. Ein wesentlicher Bestandteil des Projektes ist es dabei, zunächst die tatsächliche Unsicherheit des derzeitigen Standard-Prognoseverfahrens in Abhängigkeit beispielsweise der geometrischen und akustischen Verhältnisse, zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig Messungen an Modellen von Nahversorgungsmärkten im verkleinerten Maßstab durchgeführt. Der vorliegende Beitrag befasst sich mit diesen Studien zur Unsicherheit der Standard-Prognoseverfahren.

Di. 16:35 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Lärmschutz durch Wald - Teil 1: Bestimmung der Schallpegelminderung durch Pfadvergleichsmessungen

M. Trimpop^a und K.-W. Hirsch^b

^a*Institut für Lärmschutz GmbH*; ^b*Cervus Consult*

Die Beschreibung des Einflusses eines Waldstückes auf die Schallausbreitung ist eine vielschichtige Herausforderung. Die unmittelbaren akustischen Phänomene sind die Streuung an Stämmen und Geäst, die Reibung am Blattwerk und die veränderte Bodenabsorption. Die mittelbaren Phänomene sind die Einflüsse des Waldstücks auf das Wind-, Feuchte- und Temperaturfeld oberhalb, im, vor und hinter dem Waldstück. Hinzukommen die Einflüsse der geometrischen Verhältnisse zwischen Quelle, Waldstück und Empfänger und die forstlichen Eigenschaften.

Das Zusammenwirken aller Phänomene lässt sich kaum aus Modellen ableiten. Dennoch wird ein technischer Ansatz benötigt, der im Rahmen eines Schallausbreitungsmodells für Knalle über mittlere Entfernungen den Einfluss eines Waldstückes - auch in Abhängigkeit der forstlichen Eigenschaften berücksichtigen kann.

Zur orientierenden Quantifizierung des Einflusses wurden zunächst an zwei ausgewählten Waldstücken Pfadvergleichsmessungen über mehrere Tage durchgeführt. Bei diesen Verfahren wird auf Pfaden durch bzw. neben dem Waldstück die Schallausbreitung in jeweils beiden Richtungen in engem Zeitraster alternierend gemessen.

Als Schallquellen wurden Gaskanonen verwendet, die ein Weberspektrum (Explosionsknallspektrum) erzeugen, das in den hier betrachteten Abständen von 500 m bis 1150 m reproduzierbar und zuverlässig noch hinreichend hohe Messpegel erzeugt. Das Wetter wurde durch ein Sodar/RASS System, einen 3D-Sonic-Windmesser und eine Standardwetterstation aufgezeichnet. Der Beitrag stellt die Messergebnisse vor und diskutiert die verschiedenen Einflüsse.

Di. 17:00 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Lärmschutz durch Wald - Teil 2: Forstliche Aspekte bei der SchallausbreitungsrechnungK.-W. Hirsch^a und M. Trimpop^b^a*Cervus Consult*; ^b*Institut für Lärmschutz GmbH*

In der Literatur wird uneinheitlich über das Ausmaß der Schallminderung durch Wald berichtet, abhängig vom betrachteten Wald und den in den Vordergrund gestellten Effekten und Szenarien. Bei der Schallminderung durch Waldstücke bei Waffenknullen zeigen eigene orientierende Messungen, dass Waldstücke hier Lärmschutzfunktionen übernehmen können. Die veraltete VDI 2414 dokumentierte einen signifikanten Bewuchsdämpfungsterm, der konzeptionell auch in die DIN ISO 9613-2 Eingang gefunden hat. Häufig wird jedoch argumentiert, dass wirtschaftlich genutzter Wald kein nachhaltiges Element eines Ausbreitungsszenarios ist und deshalb sein lärmindernder Einfluss langfristig nicht einfließen sollte. Dieses Argument tritt auf Schießplätzen der Bundeswehr deutlich in den Hintergrund. Wald auf diesen Anlagen hat viele Funktionen, die sich auch an betrieblichen Rahmenbedingungen orientieren. Die Waldfunktion ‚Lärmschutz‘ ist eine dieser Funktionen, die auch nachhaltig sichergestellt werden kann. Der Einfluss des Waldes hängt von vielen Parametern ab, insbesondere von seinen forstlichen Eigenschaften. Eine Berücksichtigung der Minderungswirkung von Waldstücken im Schallausbreitungsmodell des Lärmmanagements auf Schießplätzen erfordert neben einem technischen Modell für eine Waldkorrektur auch die Möglichkeit, aus einer forstlichen Klassierung akustische Parameter abzuleiten, die diese Korrektur steuern. Der Beitrag stellt einen ersten Ansatz einer forstlich-akustischen Klassierung vor und diskutiert die Herausforderungen bei einer Erfassung von Waldstücken für eine großflächige Prognose um einen Schießplatz.

Di. 17:25 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Prognostizierte und gemessene Wirksamkeit von baulichen Schallschutzmaßnahmen in komplexen SzenarienJ. Zangers^a, M. Trimpop^a und J. Vogel^b^a*Institut für Lärmschutz GmbH*; ^b*Wehrbereichsverwaltung Süd*

Die DIN/ISO 9613 wird häufig auch für Auslegungen baulicher Schallschutzmaßnahmen herangezogen. Dies führt in komplexen Szenarien (viele, beliebig orientierte Reflexionsflächen und Beugungskanten) zu unsicheren Aussagen, wodurch eine Bewertung dieser Baumaßnahmen im Hinblick auf eine Kosten-/Nutzenbetrachtung in Frage gestellt ist. Das 3D-Schallausbreitungsmodell "Propper" ist für komplexe Szenarien konzipiert und gibt durch den Vergleich der akustischen Energien in Immissionsorten für verschiedene bauliche Maßnahmen eindeutige Hinweise über deren Wirksamkeit unter den jeweils vorgegebenen Wettersituationen und erlaubt eine Bewertung dieser Baumaßnahmen

im Hinblick auf eine Kosten-/Nutzenbetrachtung. Dazu verfolgt "Propper" die Schallstrahlen im Dreidimensionalen innerhalb des komplexen akustischen Szenarios unter Berücksichtigung von Reflexion, Absorption und Beugung und berechnet eine 3D-Ersatzschallquelle. Die Strahlen dieser Ersatzschallquelle werden dann bei der Ausbreitung durch eine (dreidimensional modellierte) Atmosphäre (unter Berücksichtigung der ortsabhängigen Wettergrößen Windvektor, Temperatur, Luftfeuchtigkeit) weiter bis zu den Immissionsorten verfolgt. Auf einem Handwaffenschießstand der Bundeswehr wurde eine 50m lange, stufenweise auf 10m Höhe hochgebaute "Schallschutzwand" errichtet. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wurde in 5 Immissionsorten gemessen (maximale Quell-Entfernung 1800m), mit zeitnaher Wetterdaten-Erfassung (SO-DAR/RAS, Ballonaufstiege). Unter Berücksichtigung dieser Wetterdaten wurden mit "Propper" die Pegeldifferenzen prognostiziert. Über den Vergleich der Ergebnisse auch mit Rechnungen nach DIN/ISO 9613 wird berichtet.

Di. 17:50 Bauwesen H3

Lärmausbreitung

Bidirektionale Schallausbreitungsmessungen mit Gaskanonen

K.-W. Hirsch^a und M. Trimpop^b

^a*Cervus Consult*; ^b*Institut für Lärmschutz GmbH*

Die Prognose von Schallpegeln im Freien ist wesentlicher Bestandteil vieler Lärm-Beurteilungsverfahren. Allerdings unterscheiden sich die Verfahren zur Berechnung der Schallausbreitung in den einschlägigen Regelwerken von Lärmart zu Lärmart. Ein Normungsprojekt des NALS hat das langfristige Ziel, die Phänomene der Schallausbreitung im Freien losgelöst von der Art der Quelle und dem Zweck der Prognose einheitlich zu beschreiben. Das Projekt geht damit einen Schritt weiter als die Europäische Union, die sich schon seit geraumer Zeit ebenfalls um eine - allerdings immer noch lärmartabhängige - Harmonisierung bemüht. Eine entscheidende Erkenntnis der NALS Arbeitsgruppe ist, dass nicht nur ein Mittelungspegel Ziel der Prognose sein soll, sondern auch die Pegelverteilung, die ebenfalls durch ein Schallausbreitungsmodell beschrieben werden sollte. In Anbetracht der in aller Regel auf Mittelwerte und Mitwindlagen fokussierten Untersuchungen in der Literatur ist die Datenbasis von Messwerten in anderen Windlagen eher dünn. Im Rahmen eines themenverwandten Forschungsprojektes sind Messwerte angefallen, die im Zusammenhang mit der Entwicklung eines vereinheitlichten Schallausbreitungsmodells genutzt werden können, Ansätze zu validieren und zu optimieren. Der Beitrag stellt Ausbreitungsmessungen mit Knallen von Gaskanonen vor, die für die oben beschriebene Zielsetzung aufbereitet wurden. Die Messpfade wurden zeitnah alternierend in beiden Richtungen betrieben. Dies gestattet interessante Aussagen z.B. über den Einfluss des Windes.

Di. 14:30 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Development of a cold engine setup for experimentation with exhaust silencers.R. Boonen und P. Sas*KU Leuven, Dept. Mechanical Engineering*

A cold engine setup has been developed for experiments with exhaust silencers. The setup consists of a regular engine block. The pistons are fixed at their lower dead points. At the intake manifold, compressed air is supplied from a normal pressure network. The pressure is equal to the pressure which appears at the end of the expansion stroke of an operational engine. The camshaft is driven electrically. As result, the air flow through the exhaust pulsates in the same manner as an operational engine. The source characteristics at the exhaust, such as its acoustical impedance and the sound power spectrum, have been measured and compared with these of an operational engine. Additionally, a one-dimensional model has been developed in electrical analog circuit. The cold engine setup exhibits the same properties as an operational engine. As result, the setup allows to experiment with exhaust systems using economically producible prototypes and standard measurement equipment. The clean exhaust air permits to study the aero-acoustics and the flow dynamics using transparent exhaust silencers under realistic conditions.

Di. 14:55 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Numerische Bestimmung der Übertragungsmatrix von Mehrtor-Schalldämpfern von Fahrzeug-AbgassystemenB.K. Bachner*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

In der frühen Entwicklungsphase einer Fahrzeug-Abgasanlage werden durch die Definition von Position und Größe der Schalldämpfer sowie der Abgasreinigungskomponenten wesentliche akustische Eigenschaften festgelegt. Von besonderem Interesse sind die Auswirkungen dieser Vorgaben auf resonanz-bestimmte Überhöhungen des Mündungspegels. Ein praktikables Verfahren zur Abschätzung dieser Merkmale ist das Übertragungsmatrizenverfahren, welches auf einer 1-dimensionalen linear-akustischen Modellbildung der Wellenausbreitungsvorgänge beruht. Ist die Abgasanlage von 1-flutiger Bauform (Kaskade von Rohren und Komponenten zwischen einer Quelle und einer Mündung), kann ein mathematisches Modell durch sequentielle Multiplikation der Matrizen der einzelnen Zweitor-Elemente erhalten werden. Bei 2-flutiger Bauweise (Netzwerk mit mehr als einer Quelle und mehr als einer Mündung) ist die Modellbildung nicht mehr in einfacher Weise möglich. Gelingt es, die Übertragungsmatrix eines Mehrtor-Elements als Ersatzmodell für ein solches System zu finden, können bei Kenntnis der Abschlussimpedanzen die Resonanzfrequenzen bestimmt werden. Des Weiteren gestattet

die Übertragungsmatrix eine einfache Beurteilung der Güte der Modellbildung, da diese Größe auch für Mehrtor-Elemente experimentell bestimmt werden kann. Es wird ein Verfahren vorgestellt, das ausgehend von der mathematischen Beschreibung eines Gesamt- oder Teilsystems mit netzwerkartiger Grundstruktur, die Herleitung der zugehörigen Übertragungsmatrix ermöglicht. Das Verfahren basiert auf einer Kondensation der vollständigen Systemmatrizen des betrachteten Schalldämpfersystems bei Elimination der inneren Freiheitsgrade und ist auch für aktive Systeme (innere Schallquellen) anwendbar.

Di. 15:20 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Blinde Quellentrennung von Fahrzeuginnengeräuschen

B. Philippen^a, R. Sottek^a und M. Spiertz^b

^aHEAD acoustics GmbH; ^bRWTH Aachen, Institut für Nachrichtentechnik

Fahrzeuginnengeräusche entstehen aus der Überlagerung von Beiträgen zahlreicher Schallquellen, hauptsächlich erzeugt durch Antriebstrang, Reifen-Fahrbahn-Kontakt und Wind. Zusätzlich prägen Aggregate, Umgebungs- und Störgeräusche, aber auch Warnsignale, die Geräuschkulisse im Fahrzeug.

Viele Geräusche, wie Reifenrollgeräusche und Bremsenquietschen, treten zwangsläufig nur gemeinsam auf. Eine getrennte Messung der einzelnen Geräuschanteile ist oft sehr aufwändig oder gar nicht möglich. Dennoch besteht für eine bessere Bewertung, Modifikation oder Auralisierung der Geräusche der Wunsch, die einzelnen Quellen zu separieren. Bei der Blinden Quellentrennung (**Blind Source Separation, BSS**) wird nur anhand der Gesamtaufnahme, ohne zusätzliche Messungen, die Aufteilung in die Beiträge der Quellen durchgeführt.

Die **Independent Subspace Analysis (ISA)** schätzt auf Basis einer einzigen Mikrofonaufnahme die verschiedenen Anteile. Dazu wird das Betragsspektrum in statistisch unabhängige Basisvektoren zerlegt, die dann mit einem Gruppierungsalgorithmus den Quellen zugeordnet werden. Anwendungsbeispiele der ISA lassen sich in der Literatur hauptsächlich für Musiksignale finden. Das Verfahren eignet sich für rauschartige Signale, wie Reifen- oder Windgeräusche, nur bedingt. Daher wurde die ISA auf komplexwertige Spektrogramme erweitert (**Complex Independent Subspace Analysis, CISA**). In Kombination mit einem Gruppierungsalgorithmus, der die unterschiedlichen zeitlichen Hüllkurven der Quellsignale auswertet, lässt sich die Qualität der Trennung deutlich verbessern.

Neben der Beschreibung des neuen Verfahrens werden Anwendungsbeispiele beider Algorithmen für Fahrzeuginnengeräusche aufgezeigt.

Di. 15:45 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Masseneutrale Minderung des Fahrzeuginnengeräusches durch den Einsatz einer neuartigen Reserveradmulde aus textilverstärkten ThermoplastverbundenW. Hufenbach^a, J. Meschke^b, M. Dannemann^a und S. Friebe^a^a TU Dresden, ILK; ^b Volkswagen AG, Konzernforschung

Textilverstärkte Thermoplastverbunde bieten durch das in weiten Bereichen konstruierbare Eigenschaftsprofil die Möglichkeit, eine hohe Verbunddämpfung sowie eine geringe Schallabstrahlung und somit ein hohes Leichtbauakustikpotential zu erzielen. Die im Rahmen des Transferprojektes T5 des Sonderforschungsbereiches 639 durchgeführten Arbeiten umfassen in diesem Zusammenhang neben der Kennwertermittlung und der Erstellung sowie Validierung geeigneter Simulationsmodelle vor allem die Herstellung und praxisnahe Erprobung derartiger textilverstärkter Thermoplaststrukturen. Hierfür wurde von den Projektpartnern die Reserveradmulde eines Personenkraftwagens als Demonstratorbauteil ausgewählt, die serienmäßig aus glasmattenverstärktem Thermoplast besteht. Insbesondere die erste Eigenform dieses Bauteils hat einen großen Einfluss auf das Fahrzeuginnengeräusch. Zum Nachweis des leichtbauakustischen Potentials der textilverstärkten Thermoplaste wurde daher eine geometrisch weitgehend identische Mulde derart ausgelegt, dass eine Erhöhung der ersten Eigenfrequenz ohne Erhöhung der Bauteilmasse erzielt werden kann. Die optimierte Mulde wurde anschließend mit Hilfe eines speziell dafür angepassten seriennahen Pressprozesses gefertigt und experimentell untersucht. Sowohl in der Simulation als auch im Experiment konnte die Erhöhung der ersten Eigenfrequenz der Reserveradmulde durch den Einsatz einer Textilverstärkung um ca. 17 % nachgewiesen werden. In anschließend durchgeführten Fahrversuchen konnte die Reduktion des Fahrzeuginnengeräusches bestätigt werden. Insbesondere im wichtigen niederfrequenten Bereich wurde der Schallpegel durch den Einsatz der textilverstärkten Reserveradmulde erheblich gesenkt.

Di. 16:35 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Partielle Analyse und Simulation von Körperschallleitwegen an einem Dieselmotor unter Nutzung neuronaler AlgorithmenT. Luft^a, W. Henze^a, P. Schrader^b und H. Tschöke^a^a O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Inst. für Mobile Systeme; ^b O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau

Im Entwicklungsprozess eines Fahrzeuges kommt der Geräuschanalyse eine große Bedeutung zu. Dabei stellt der Motor eine dominierende Geräuschquelle dar. Die Teilschallquellen eines Motors liegen in der Regel nahe beieinander, wodurch die Übertragungsfunktionen benachbarter Orte teilweise korrelierte Informationen enthalten. In diesem Beitrag dient ein 4-Zylinder-Dieselmotor als Versuchsmotor. Für die Untersuchungen werden geeignete Körper- und Luftschallmesspunkte so

festgelegt, dass mithilfe von Zylinderdruckmessungen das direkte und indirekte Verbrennungsgeräusch und das mechanische Motorgeräusch unterschieden werden können. Im ersten Teil des Beitrags wird eine multiple Kohärenzanalyse der Drucksignale der Zylinder und entsprechender Ausgangssignale durchgeführt. Daraus lassen sich unter anderem Rückschlüsse für die Analyse des äußeren und inneren Körperschallleitweges ziehen. Der Hauptteil des Beitrags erläutert einen Ansatz der Simulation akustischer Transferpfade. Dabei wird die Synthese der Eingangssignale unter Nutzung neuronaler Netze durchgeführt. Durch verschieden gewählte Ausgangssignale wird die Möglichkeit der Modellierung bis zum Luftschall-Nahfeld untersucht. Grundlage der neuronalen Modelle bilden experimentelle Daten, die mithilfe diverser Lernalgorithmen die trainierbaren Parameter (Gewichte) der Netze festlegen. Abschließend werden die Simulationsergebnisse mit experimentell ermittelten Ergebnissen bei gleichen und bei nicht gelernten Motorbetriebspunkten verglichen und Schlussfolgerungen für die Fortführung der Arbeiten abgeleitet.

Di. 17:00 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Netzwerkbasierter Umsetzung einer verteilten aktiven Schwingungskompensation

M. Kauba und D. Mayer

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Zur aktiven Schwingungsreduktion werden oftmals Signalverarbeitungseinheiten mit mehreren Ein- und Ausgängen benötigt, um alle Sensor- und Aktorgrößen geeignet verarbeiten zu können. Diese Systeme sind zentralisiert ausgerichtet, was hinsichtlich einer modularen Gestaltung der Signalverarbeitung und hinsichtlich einer guten Systemintegration bei räumlich verteilten Sensoren- und Aktoren nicht immer vorteilhaft ist. Im vorliegenden Beitrag soll daher die Umsetzung einer verteilten aktiven Gegensteuerung basierend auf dem mehrkanaligen Filtered-Reference-Least-Mean-Squares Algorithmus untersucht werden. Hierzu wird der Algorithmus auf mehrere durch ein Kommunikationsmedium verbundene Signalverarbeitungsknoten aufgeteilt, welche jeweils einen Aktor ansteuern. Die Idee für die verteilte Umsetzung, sowie experimentelle Ergebnisse der netzwerkbasierten Implementierung im Vergleich zu einer zentralisierten Implementierung auf einem Rapid-Control-Prototyping System werden dargestellt. Anwendungsgebiet sind aktive Lager zur Beruhigung von Strukturbauteilen welche z.B. durch Aggregate oder Fahrwerksteile zu Vibrationen oder zur Schallabstrahlung angeregt werden. Als Versuchsaufbau dient ein vereinfachtes Modell einer aktiven Lagerung, wobei eine mit einer Störgröße erregte Struktur über piezokeramische Stapelaktoren auf einem zu beruhigenden elastischen Fundament gelagert ist. Ziel der aktiven Lagerung ist die Minimierung der in das Fundament eingeleiteten Kräfte, weshalb zwischen den Aktoren und der zu beruhigenden Struktur Kraftsensoren zur Messung des Fehlersignals integriert sind.

Di. 17:25 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Einfluss der Schalldämmung von LWRT- Motorraumverkleidungen auf das Standaußengeräusch von PKWK. Pfaffelhuber, F. Uhl und C. RieweRöchling Automotive AG & Co. KG

Im Zuge von Aerodynamikverbesserung und CO₂-Einsparung werden bei PKW vermehrt großflächige Verkleidungen des Unterbodens und des Antriebstranges aus sehr leichten, steifen LWRT-Sandwichmaterialien (LWRT = Low Weight Reinforced Thermoplastics) eingesetzt. Diese LWRT-Materialien lassen sich aufgrund ihrer porösen Struktur schallabsorbierend gestalten und besitzen daher eine inhärente Schallabsorption, sowohl fahrzeug- als auch fahrbahnseitig.

Auch die klassischen Motorraumabschirmungen aus kompaktem Kunststoff und separat aufgebrachtem Schallabsorber werden damit immer häufiger ersetzt. Hierbei stellt sich die Frage, inwieweit die zu erwartende geringere Schalldämmung, bedingt durch offenporige Struktur und geringeres Flächengewicht zu einer Verschlechterung des Außengeräusches führt. Um dies zu beantworten, wurden verschiedenartige absorbierende LWRT-Materialien zu Motorraumabschirmungen verarbeitet und bzgl. Schallabsorption und Schalldämmung sowie am Fahrzeug bzgl. ihres Einflusses auf das Standaußengeräusch vermessen. Es wird ein Vergleich zu den klassischen Standardsystemen dargestellt.

Di. 17:50 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik I

Fluid-Struktur-Akustik Kopplung bei der Überströmung starrer und flexibler PlattenstrukturenS. Müller^a, S. Becker^a, T. Biermeier^a, J. Grabinger^b und M. Kaltenbacher^c^a *Univ. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik;*^b *Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik;* ^c *Alps-Adriatic University of Klagenfurt*

Bei der Umströmung eines Automobils resultiert die Wechselwirkung des Strömungsfeldes im Nachlauf der A-Säule und des Seitenspiegels mit der Seitenscheibe in der Abstrahlung von tonalem und breitbandigem Schall in die Fahrgastzelle. Der so erzeugte Schall lässt sich in Strömungsschall infolge der Schwankungen im Strömungsfeld und Vibrationsschall aufgrund der induzierten Schwingungen der Seitenscheibe unterscheiden. Es werden Untersuchungen an einem Modellaufbau vorgestellt. Dabei handelt es sich um verschieden steife Plattenstrukturen, die in eine massive Grundplatte integriert sind. Die bündigen Oberflächen der jeweils betrachteten Platte sowie der Grundplatte werden mit unterschiedlichen Anströmgeschwindigkeiten überströmt. Weiterhin wird jeweils ein zu einem Seitenspiegel bzw. zu einer A-Säule korrespondierendes Hindernis in der Anströmung positioniert. Die Rückseite der

Platten kann durch ein Plenum mit schallharten Wänden abgeschlossen werden. Der Einfluss der Plattensteifigkeit auf das wandnahe Strömungsfeld wird durch instationäre Wanddruckmessungen untersucht. Zusätzlich wird die resultierende Strukturbewegung mit einem Laser-Scanning Vibrometer erfasst. Druck- und Schnellemessungen werden zudem herangezogen um mittels Statistischer Energieanalyse (SEA) die Schallabstrahlung in das Plenum bzw. mittels eines Finite-Elemente Akustiklösers die Abstrahlung von tonalem Schall zu berechnen. Als Vergleichsbasis dienen umfangreiche Mikrofonmessungen. Die Ergebnisse erlauben Aussagen über die Abhängigkeit des abgestrahlten Schalls von der Plattensteifigkeit und zudem die Separation der Entstehungsmechanismen von Strömungs- und Strukturschall bzw. Schall unterschiedlicher Frequenzbereiche und Tonalität.

Fachvorträge und Poster am Mittwoch, den 17.03.2010

Mittwoch

Lehre der Akustik (Poster)

Mess-'Blackbox' zum Verständnis des Übertragungsverhaltens und der akustischen Messtechnik

S. Fingerhuth, P. Dietrich und R. Kaltenbach
Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Mit dem Ziel den Studenten die Eigenschaften, Vorteile und Grenzen der digitalen Messtechnik zur Bestimmung von Systemübertragungsfunktionen näher zu bringen, wurde eine entsprechende "Blackbox" entwickelt. Das Gerät hat intern sieben unterschiedliche auswählbare Messstrecken, die messtechnisch charakterisiert werden sollen. Die verschiedenen Strecken spiegeln übliche Messsituationen wider.

Eingebaut sind unter anderem eine normale LTI Messstrecke mit Bandpasseigenschaften, eine Strecke mit Hintergrundrauschen, weitere Strecken mit Nichtlinearitäten und Zeitvarianzen, usw.

Es sollen während der Messung der einzelnen Strecken Messeinstellungen verändert und deren Einfluss auf das Messergebnis analysiert werden. Die Einstellungen sind z.B. der Typ des Anregungssignals (Impuls, MLS, Sweep, Rauschen), Länge des Anregungssignals, Abtastfrequenz, Ausgangspegel und Eingangsempfindlichkeit, usw.

Durch einen eingebauten Lautsprecher kann der Ausgang des Systems angehört werden.

Mittwoch

Lehre der Akustik (Poster)

MATLAB-Toolbox zum Verständnis digitaler Messtechnik und Signalverarbeitung

P. Dietrich, B. Masiero, M. Müller-Trapet, M. Pollow und R. Scharrer
Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Es wurde eine plattformunabhängige Matlab Toolbox für übliche Aufgaben der digitalen Messtechnik und Signalverarbeitung in der Akustik entwickelt. Durch das offene Konzept sind wesentliche Vorgänge in der Signalverarbeitung für die Studenten einsehbar und nachvollziehbar. Die bestehenden Funktionen können beliebig erweitert werden.

Die Toolbox erlaubt die Anbindung an alle im Institut verfügbaren Softwarepakete und an die speziellen Messeinrichtungen. Alle Funktionen lassen sich durch Verwendung einer speziellen Audiodatenstruktur einfach bedienen und können in Skripten zu automatisierten Signalverarbeitungsprozessen kombiniert werden. Somit können viele Aufgaben wie z.B. das Messen von Richtcharakteristiken, das Bestimmen der Nachhallzeit oder die Berechnung der Schallleistung einer Quelle von den Studenten mithilfe elementarer Verarbeitungsfunktionen dieser Toolbox realisiert werden.

Eine grafische Bedienoberfläche zur Verwaltung, Verarbeitung und Betrachtung von Audiodaten setzt auf den Kommandozeilen-basierten

Funktionen auf. Entsprechende Metadaten wie z.B. physikalische Einheiten, Kanalbezeichnungen und Samplingraten werden stets mitgeführt und bei nicht automatisch lösbaren Konflikten werden entsprechende Hinweise gegeben.

Das Konzept der kalibrierten Messkette wird übersichtlich dargestellt und es wird durch den Kalibrierprozess von Mikrofon, Verstärkern, Audiohardware und Lautsprecher geführt.

Mittwoch

Körperschall (Poster)

Structure borne sound from a small wind turbine: characterisation by measurement in-situ

A. Elliott und A. Moorhouse

University of Salford (UK)

In a recent study small wind turbines have been found to cause structure borne noise levels sufficient to generate complaints from building occupants. Before widespread use of micro-wind systems can be permitted a better understanding and ideally a prediction tool would be required. This represents a challenging problem as no standard measurement procedures exist for this purpose. In order to predict the structure borne noise produced by a micro-wind installation the source must be characterised independently in terms of free velocity or blocked force. Unfortunately conventional free velocity measurements are impossible for an operational wind turbine. Similarly, conventional blocked force measurements would be highly impractical. It has recently been discovered however that it is possible to measure the blocked force of a vibration source whilst operating in-situ. Currently this in-situ blocked force characterisation approach appears to be the only method suitable for independently describing micro wind turbine source activity. The paper details some preliminary investigations carried out to determine the blocked force of a wind turbine in preparation for a long term monitoring study. The in-situ source characterisation procedure is described and results from the preliminary investigations are presented.

Mi. 8:30 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

Neue Eigenschaften der Desingularisierten Direkten und Indirekten Boundary-Elemente-Methode in der AkustikO. von Estorff^a und O. Zaleski^b^a *TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung;* ^b *Novicos GmbH*

In der konventionellen Formulierung der Boundary-Elemente-Methode (BEM) werden die Singularitäten der Fundamentallösung direkt auf dem Gebietsrand positioniert. Dies erfordert eine besondere mathematische Behandlung zur Ermittlung der singulären Intergranden, die nur mit einem zusätzlichen numerischen Aufwand gelöst werden können. Werden dagegen die Singularitäten nicht direkt auf dem Gebietsrand positioniert, erübrigen sich die mit der Ermittlung der singulären Intergranden erforderlichen Anstrengungen. Dies ist der Ansatz der Desingularisierten Boundary-Elemente-Methode, die in diesem Beitrag zur Lösung der Helmholtz-Gleichung beschrieben wird. Vorgestellt wird sowohl die direkte als auch die indirekte Formulierung der Desingularisierten BEM. Im Weiteren wird die Ermittlung des Desingularisationsabstands diskutiert, der die jeweilige Verteilung der Quelpunkte relativ zu einem vorgegebenen Oberflächennetz festlegt. Es zeigt sich, dass seine geschickte, durch die lokalen Netzeigenschaften bestimmte Berechnung zur Verbesserung der Ergebnisgenauigkeit führen kann. Hierfür wird eine allgemein anwendbare Formel vorgeschlagen. Abschließend wird anhand ausgewählter Beispiele die bei unterschiedlichen Desingularisationen zu erwartende Genauigkeit der diskutierten BEM-Formulierung demonstriert.

Mi. 8:55 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

Semianalytische BEM im Fourierraum mit globalen Ansatzfunktionen

S. Seipelt und G. Müller

Lehrstuhl für Baumechanik, TU München

In den letzten beiden Jahrzehnten haben die körperschallbezogenen zerstörungsfreien Prüfmethoden im Ultraschallbereich mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Der für die spätere Analyse der extrahierten Signale wichtige Frequenzbereich erstreckt sich dabei von wenigen Kilohertz bis hin zu mehreren hundert Kilohertz. Aus der oberen Frequenzgrenze resultieren zum Teil wesentliche Herausforderungen für die numerische Abbildung der auftretenden Wellenausbreitungsphänomene. Üblicherweise kommen die Finite-Elemente-Methode, Finite-Differenzen-Methoden, Finite-Volumen-Methoden und auch Finite-Integrationsmethoden zum Einsatz. Insbesondere die Konvergenzbetrachtungen im Zeitbereich sowie die Entwicklung der Rundungsfehler spielen bei einzelnen der genannten Rechenverfahren im genannten Frequenzbereich eine wichtige Rolle. Für die Überprüfung und Einordnung der erhaltenen Rechenergebnisse sind analytische oder auch semianalytische Lösungsansätze daher ebenso von Bedeutung

wie numerische. Für sehr einfache Geometrien des Kontinuums können mittels der Integraltransformationmethode (ITM) noch weitgehend analytische Lösungen im Frequenzbereich hergeleitet werden. Bei komplexerer Querschnittsgeometrie können dann die erweiterten Grundlösungen aus der ITM wieder herangezogen und auf der Basis der Fourier-BEM weitere Kontinuums Grenzen im Fourierraum hinzugefügt werden. Die mathematische Grundlage bilden die CUT-OFF-Distributionen zur Beschreibung von Gebieten im Bildraum. An den so erhaltenen Gebietsrändern werden globale Ansatzfunktionen, welche den Wellencharakter der an den Rändern auftretenden Verschiebungen gut abbilden, gewählt. Der Grad der Ansatzfunktionen kann damit ergebnisorientiert klein gehalten werden.

Mi. 9:20 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

BEM Reconstruction of Surface Velocities from Experimental Pressure Data through Inverted Acoustic Transfer Vectors

P. Segaeert

LMS International

BEM acoustics techniques are mostly used in "forward calculations" to predict the sound field around a radiating structure from known surface vibrations. This presentation will focus on the opposite process : computing the surface velocities of a vibrating structure from sound pressure data measured in a limited set of field points around the object. This Inverse Numerical Acoustics (INA) process is based on the inversion of the BEM Acoustic Transfer Vector (ATV) matrix, which expresses the linear transfer relation between the surface velocity on the BEM mesh and the sound pressure in the field point. The lecture will introduce the Singular Value Decomposition algorithm used for the inversion, and highlight the Tikhonov L-curve regularization technique, necessary to control the quality of the inversion process. Attention will also be given to the inclusion of experimental surface velocity data obtained on parts of the structure to improve the overall quality of the final surface velocity distribution. The usefulness of INA in obtaining an accurate surface vibration map for subsequent use in forward BEM calculations will be illustrated by industrial application cases, in particular the prediction of sound attenuation for acoustic enclosures.

Mi. 9:45 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

Bestimmung eines mittleren Schallleistungsspektrums von offenen Flammen mittels BEM

H. Brick^a, M. Ochmann^a und W. Kropp^b

^a*Beuth Hochschule für Technik Berlin*; ^b*Chalmers University of Technology, Göteborg*

Die experimentelle Bestimmung der Schallleistungsspektren beliebiger Schallquellen basiert auf der Messung der mittleren Schallintensitätsspektren auf einer Kontrollfläche, die die Schallquellen vollständig einschließt. Die numerische Simulation der Schallleistung von Flammen

folgt derselben Idee. Zur Ermittlung der Schallintensität muss Schnelle und Druck auf der Kontrollfläche bekannt sein. Die Schnelle wird durch eine Large Eddy Simulation (LES) der Verbrennungszone ermittelt. Der Schalldruck wird mit einer nachfolgenden Boundary Element Method (BEM) Simulation berechnet. Die Schnelldata der LES dienen dabei als Randbedingungen der BEM. Sie weisen eine hohe spektrale Varianz auf. Um die Varianz der daraus ermittelten Schallintensität zu reduzieren, kann, wie im experimentellen Fall, auf die Mittelung der Intensitätsspektren zurückgegriffen werden. Das führt zu einer enormen Erhöhung des Rechenaufwandes, da für jedes Einzelspektrum ein voller BEM-Durchlauf ausgeführt werden muss. Eine Alternative zu diesem Vorgehen ist die Verwendung von gemittelten Schnelle-Transferfunktionen als Eingangsdaten für die BEM. Durch diese Vorgehensweise wird die Mittelung vor den BEM-Berechnungen durchgeführt, so dass nur noch ein BEM-Durchlauf notwendig ist. Im Vortrag wird der theoretische Hintergrund dieses Mittelungsansatzes diskutiert und die Ergebnisse der beiden Mittelungsstrategien verglichen. Bei richtiger Wahl der Kontrollfläche ist die Verwendung der Transferfunktionen eine akkurate und effiziente Strategie.

Mi. 10:10 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

Einfluss der Qualität der Eingangsdaten auf die Ergebnisse numerischer Simulationen

M. Müller-Trapet

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

In den meisten Anwendungsfällen der Boundary-Element Methode (BEM) wird ein schwingendes Objekt durch die örtliche Verteilung der Oberflächenschnelle als Eingangsgröße beschrieben. Mit diesen Eingangsdaten kann in bestimmten Grenzen die akustische Abstrahlung des Objekts vorhergesagt werden. Dabei kann entweder die genaue Schnelleverteilung, zum Beispiel aus einer Laser-Messung, oder - als extreme Vereinfachung - eine örtlich konstante Schnelle als Randbedingung gewählt werden.

In dieser Arbeit soll untersucht werden, wie empfindlich das Ergebnis einer BEM-Simulation auf die Genauigkeit und Qualität des Eingangsparameters Schnelle reagiert. Als anschauliches Beispiel soll die Abstrahlung eines Tiefmittelton-Lautsprechertreibers simuliert werden. Alternativ zur klassischen Methode der berührungslosen Schwingungsmessung, der Laser-Doppler-Vibrometrie, soll zusätzlich akustische Nahfeldholographie (NAH) benutzt werden, um die Oberflächenschnelle der Membran zu ermitteln. Es werden verschiedene Signal-zu-Rausch Verhältnisse (SNR) künstlich generiert, um Signale von wechselnder Qualität zu erzeugen. Die Simulationsergebnisse für verschiedene Kombinationen aus Messmethode und SNR werden miteinander verglichen und diskutiert.

Mi. 14:00 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

Randelementeverfahren für akustische InnenraumproblemeN. Gorenflo und M. Ochmann*Beuth Hochschule für Technik Berlin*

Es werden geometrisch komplexe Innenraumprobleme für Räume betrachtet, welche Objekte enthalten. Hierbei werden Quellen im Rauminnern oder auch schwingende Berandungen als Schallquellen vorgegeben. Gesucht sind Schalldruck und Schalldruckpegel in ausgewählten Raumpunkten. Für solche Probleme sind die üblicherweise im Rahmen der Raumakustik für praktische Berechnungen verwendeten und bei einfacheren Raumgeometrien erfolgreich angewandten Ray-Tracing-Methoden aufgrund der mangelhaften Berücksichtigung von Beugungseffekten zu ungenau. Daher werden direkte BEM-Verfahren zur Lösung der Helmholtzgleichung unter geeigneten Impedanzrandbedingungen untersucht, wobei neuere Entwicklungen auf dem Gebiet berücksichtigt werden. Numerische Resultate werden vorgestellt.

Mi. 14:25 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

Simulation akustischer Abstrahl- und Streuprobleme mit der transienten RandelementmethodeM. Stütz*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*

Ein wesentlicher Zukunftstrend in der Entwicklung von Simulationsmethoden für die schall-technische Konstruktion in der Fahrzeugindustrie ist die Arbeit im Zeitbereich. Die Vorteile von Berechnungen im Zeitbereich liegen darin, dass auch transiente Prozesse wie z.B. Motor- und Getriebeparameter bei Hochlaufprozessen oder Bewegungen der Quellen modelliert werden können. Die Berechnung im Zeitbereich erfolgt schrittweise in der Zeit und der so erhaltene Zeitverlauf gibt Aufschluss über das akustische Verhalten eines ganzen Frequenzbereiches. Das Randelementeverfahren im Zeitbereich (TD-BEM) ist ein viel versprechender Ansatz zur Simulation transienter Probleme. Nachdem auf der letzten DAGA die CHIEF Methode für die TD-BEM vorgestellt wurde und somit der Einfluss der Innenraumresonanzen beseitigt werden konnte, lag der Forschungsschwerpunkt auf der Effizienz der Methode. Durch eine bessere Approximation der Integrationsgebiete konnte der Rechenaufwand wesentlich verringert werden. Weiterhin wurde die TD-BEM so erweitert, dass auch Streuprobleme behandelt werden können.

Mi. 14:50 Atze-Theater

Boundary-Element-Methode

BEM- basierte Prognose der Schallabstrahlung von Eisenbahnrad-sätzen

M. Beitelschmidt, C. Klotz und V. Quarz

Technische Universität Dresden, Fahrzeugmodellierung und Simulation

Im vom BMWi geförderten Verbundprojekt "LZarG - Leiser Zug auf realem Gleis", sollen kurzfristig umsetzbare Maßnahmen entwickelt werden, um eine Reduzierung der Schallabstrahlung der Fahrzeuge von etwa 5-7 dB (A) zu erreichen. Im Teilprojekt B2 werden Strukturoptimierungen von Radsätzen durchgeführt.

Arbeitsschwerpunkt ist die Entwicklung einer CAx-Prozesskette für die akustische Optimierung. Neben der Modellierung der Anregung im Rad-Schiene-Kontakt und der strukturdynamischen Beschreibung ist die Prognose der Schallabstrahlung wichtiger Bestandteil des Optimierungsprozesses.

In diesem Vortrag wird eine Simulationsmethode vorgestellt, die auf der FE-Modellierung in ANSYS und einem BE-Modell für die Schallabstrahlung in der Software WAON basiert. Die BEM hat das Potenzial, das Schallabstrahlungsverhalten komplexer Geometrien korrekt abzubilden. Die komplexe Geometrie scheibengebremsster Räder erfordert zur Diskretisierung eine große Zahl von Randelementen. Eisenbahnradsätze sind in der Regel schwach gedämpfte Strukturen, deren Schwingungsverhalten stark von den Resonanzen der Eigenschwingformen geprägt ist. Daher sind zur korrekten Abbildung der Strukturdynamik eine große Anzahl von Frequenzstützstellen in der Berechnung notwendig.

Eine Rechenzeitreduktion kann durch Frequenzstützstelleneinsparung erfolgen, indem anstatt der Schallleistung der Abstrahlgrad als Berechnungsgröße gewählt wird, der weniger von der Strukturdynamik abhängt.

Im Optimierungsprozess erfolgt deshalb die Bewertung der akustischen Qualität anhand des strukturdynamischen Verhaltens des Radsatzes. Mit Hilfe der BEM kann dann das Optimierungsergebnis anhand der prognostizierten Schallabstrahlung für geeignet gewählte Randbedingungen beurteilt werden.

Mittwoch

Boundary-Element-Methode (Poster)

Frames and Acoustic-BEM

G. Rieckh

Institut für Schallforschung, Wien

A frame - a generalisation of the concept of a basis - is a widely used concept in signal analysis. Recent work showed how this idea can also be used in the context of numerical simulation, leading to the description of an optimal adaptive method. Here frames can lead to greater stability and more desirable properties, e.g. (quasi-)sparsity, of the matrix-vector-system to be solved. In a different approach frames might be used to find preconditioners for BEM-problems. A possible application for this

new boundary element method is the simulation of head related transfer functions - a central concept in research on spatial hearing.

Mi. 15:40 Atze-Theater

Finite-Elemente-Methoden

Time Domain Boundary Conditions for Acoustic Conservation Equations

A. Hüppe und M. Kaltenbacher

Alps-Adriatic University of Klagenfurt

The applicability of every numerical scheme highly depends on its accuracy and on its computational costs. For finite element methods, the modeling of absorbing materials and free field radiation in the time domain is a challenging task. Both boundary conditions have to be realistic on the one hand and may not result in an unreasonable increase of the computational effort on the other hand. In this work we present an approach towards the time domain modeling of acoustic impedance boundary conditions based on the idea of recursive convolution. In the proposed formulation, the additional costs of computing a convolution integral on each boundary point reduce to the storage of two accumulators per point which are updated in each time step by a few additions and multiplications. In the second part we introduce a perfectly matched layer approach for free field radiation in the time domain. By introducing one vectorial auxiliary variable one can avoid higher order time derivatives, thus reducing the complexity of the time stepping scheme significantly. Both approaches are implemented in a higher order spectral finite element calculation scheme for the acoustic conservation equations. We investigate the performance of the proposed methods by means of numerical benchmarks.

Mi. 16:05 Atze-Theater

Finite-Elemente-Methoden

PML für vibroakustische Probleme im Frequenz- und Zeitbereich

M. Meiler^a, H. Landes^a und M. Kaltenbacher^b

^a*SIMetris GmbH*; ^b*Alps-Adriatic University of Klagenfurt*

Zur Berücksichtigung absorbierender Randbedingungen bei Finite Elemente Simulationen in der Akustik haben sich Perfectly Matched Layer (PML) Verfahren in den letzten Jahren als ein sehr geeignetes Mittel erwiesen. Die größten Beschränkungen beim Einsatz der PML ergeben sich aus dem zusätzlichen Berechnungsaufwand, der Beschränkung auf den Einsatz im Frequenzbereich und Einschränkungen bei der geometrischen Form. In diesem Vortrag wird eine Implementierung der PML vorgestellt, die sowohl im Frequenz- als auch im Zeitbereich eingesetzt werden kann und bei welcher der zusätzliche Berechnungsaufwand minimiert wird. Dieses Verfahren kann sowohl bei Fluidschall- als auch bei Körperschallproblemen mit mechanischen bzw. piezoelektrischen Materialien sehr effizient eingesetzt werden kann. Durch geeignete Wahl der ortsabhängigen Dämpfungscharakteristik in der PML Schicht ist es

dabei in vielen Fällen bereits ausreichend, eine ein-elementige Dämpfungsschicht zu verwenden. Es werden Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen vorgestellt, die belegen, dass dabei sowohl für Fluid- als auch für Körperschallprobleme Reflektionsfaktoren erzielt werden können, welche über einen großen Frequenzbereich hinweg deutlich unter 0.1 % liegen. Schließlich wird anhand praktischer Anwendungsbeispiele gezeigt, dass die bei diesen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse zur Modellierung der PML-Schicht auch bei komplexen Simulationsaufgaben gültig sind.

Mi. 16:30 Atze-Theater

Finite-Elemente-Methoden

Effiziente Berücksichtigung von Parameterunsicherheiten in gekoppelten vibro-akustischen Modellen

S. Lippert und O. von Estorff

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

Zur vibro-akustischen Optimierung technischer Systeme werden in zunehmendem Maße numerische Vorhersagemethoden verwendet. Die Grundvoraussetzung für eine hohe Ergebnistüte ist dabei die genaue Kenntnis der Eingangsparameter des Modells. Oft lassen sich diese jedoch nur mit eingeschränkter Genauigkeit bestimmen, was zu signifikanten Abweichungen zwischen vorhergesagtem und realem Bauteilverhalten führen kann. Erschwerend kommt hinzu, dass in der Praxis selbst vermeintlich identische Produkte eine erhebliche Streuung hinsichtlich ihrer vibro-akustischen Eigenschaften aufweisen.

Zuverlässige numerische Modelle müssen in der Lage sein, Parameterunsicherheiten zu berücksichtigen, denn nur so sind aussagekräftige und realitätsnahe Vorhersagen möglich. Derzeit existieren verschiedene Verfahren, wie z.B. die Monte-Carlo-Simulation oder die Transformationsmethode, die auf der wiederholten Auswertung desselben numerischen Modells für verschiedene Parameterkombinationen basieren. Abhängig von der Menge der unsicheren Parameter und der gewünschten Genauigkeit ist dabei jedoch oft eine erhebliche Anzahl an Auswertungen erforderlich, so dass diese Methoden bei komplexen und rechenaufwändigen vibro-akustischen Modellen schnell an ihre Grenzen stoßen.

Mit der *"Iterative Method for Multiple Evaluations"* (IMME) wird eine neue Methode vorgestellt, die die speziellen Eigenschaften von vibro-akustischen Berechnungsmodellen ausnutzt und über einen iterativen Kopplungsansatz von Fluid und Struktur eine deutliche Beschleunigung unsicherer Mehrfachberechnungen erlaubt. Die Leistungsfähigkeit der IMME wird beispielhaft anhand gekoppelter FE-Berechnungen von verschiedenen Komponenten einer Flugzeugkabine illustriert, für die Rechenzeitreduzierungen bis zum Faktor 100 realisiert werden konnten.

Mi. 16:55 Atze-Theater

Finite-Elemente-Methoden

Ansatz zur akustischen Lokalisierung von eingelegten Verstärkungsblechen in Sandwichstrukturen

D. Thoden, A. Lohrengel, J.-L. Hilgermann, R. Kruk, M. Leng und E. Nsenga Biansompa

Technische Universität Clausthal, Institut für Maschinenwesen

Durch das lokale Einstellen anforderungsgerechter Eigenschaften in metallischen Strukturen sollen neue Potentiale im Leichtbau erschlossen werden. Solche Strukturen sind zum Beispiel Bleche, in die gehärtete Bereiche eingebracht wurden oder Sandwichstrukturen, in die gezielt Versteifungen eingebracht wurden. Um im Sinne der zerstörungsfreien Materialprüfung den Nachweis für die Qualität dieser Strukturen zu erbringen, soll mit Hilfe von Körperschallmessungen die lokale Eigenschaftsänderung nachgewiesen und lokalisiert werden. Im Vortrag werden die Ergebnisse aus experimentellen Untersuchungen vorgestellt, die an Sandwichstrukturen durchgeführt wurden. Die Bleche wurden mit einem Shaker angeregt und an einer Vielzahl von Stellen mit einem Scanning-Laservibrometer abgetastet. Die Auswertung erfolgte sowohl im Frequenz- als auch im Zeitbereich. Zur weiteren Untersuchung wurden die Experimente mit Hilfe der Finiten-Elemente-Methode nachgestellt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden darauf hin auf ihre Eignung zum Nachweis und zur Lokalisierung der Eigenschaftsänderung bewertet. Abschließend werden die Ergebnisse im Hinblick auf weiteres Potential diskutiert.

Mi. 17:20 Atze-Theater

Finite-Elemente-Methoden

Simulation der Schallausbreitung am Beispiel einer Blockflöte

S. Fuß und S. Marburg

TU Dresden, Institut für Festkörpermechanik

Beim Spielen einer Blockflöte wird die Luftsäule im Inneren des Instruments durch den eingebrachten Luftstrom zum Schwingen angeregt. Der Spieler ist in der Lage die Tonfrequenz durch Variation des Anblasdrucks zu beeinflussen und damit Feinabstimmungen im Klang zu erreichen. Die Schallausbreitung in rotationsbehafteten Strömungen wird durch die Galbrun-Gleichung beschrieben. Wir präsentieren den Einfluss der Strömung auf die Eigenfrequenzen.

Weiterhin ist es möglich mit Hilfe von Quadrupolquellen im Bereich des Labiums einer Blockflöte den Anregungsmechanismus für eine Schallausbreitung in der Flöte und um sie herum abzubilden. Die numerischen Ergebnisse werden durch Messungen an der Blockflöte validiert.

Mi. 17:45 Atze-Theater

Finite-Elemente-Methoden

Efficient Simulation of Acoustic Fluid-Structure Interaction Models by Means of Model Reduction

E. Rudnyi

CADFEM GmbH

Finite element modeling enjoys widespread use in the simulation of acoustic problems. In case of coupled fluid-structure interaction problems it usually forms the method of choice and computer models reflecting reality with a high accuracy can be set up quickly. However, due to the requirement that the element size should be significantly smaller than the wavelength a high dimensionality of the state vector in the finite element model results. Furthermore, the application of the popular pressure formulation leads to asymmetric system matrices making the solution of the resulting system of linear equations even more complicated. Especially in fully developed 3D problems with several millions of elements, these two facts limit the straightforward application of the standard finite element method to acoustic problems.

In the work presented here a model reduction approach to overcome these limitations is investigated in the case of continuous wave problems. Using this approach we can gain computational efficiency without any compromise from the physics side. Besides presenting the necessary background of our approach, we will demonstrate the applicability of the method by means of several application examples including harmonic loudspeaker sound field and transient wave propagation in an acoustic duct with an elastic wall. Due to the reduced system size, significant speed-up can be obtained in comparison with the standard method.

Mi. 8:30 Gauß B 501

Psychoakustik

Psychoakustische Bewertung von superponierten TonkomplexenS. Töpken^a, J. Verhey^b und R. Weber^a

^aC.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik; ^bAG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Akustische Signale, die aus einer Überlagerung von Klängen (Grundton und Harmonische) bestehen, können sehr unterschiedliche Empfindungen auslösen und klingen mitunter sehr hart und unangenehm. In dieser Untersuchung sollen Klangkombinationen gefunden werden, die möglichst angenehm sind. Zur Erkundung des Perzeptionsraumes wurden in Hörversuchen insgesamt 15 Klänge/Geräusche bestehend aus zwei harmonischen Tonkomplexen mit unterschiedlichen Grundtönen und "Interaktionstönen" mit einem semantischen Differential (11 Adjektivpaare) von 15 Versuchsteilnehmern bewertet. Die harmonischen Tonkomplexe setzen sich jeweils aus Grundton und 29 Harmonischen zusammen. Die

Frequenzen der Interaktionstöne sind ganzzahlige Vielfache der Grundtöne der harmonischen Tonkomplexe. Die Pegel der einzelnen Teiltöne fallen mit 6dB/Oktave ab und die Phasen sind gleichmäßig zufallsverteilt im Intervall $[0, 2\pi]$. Die Pegel der Interaktionstöne sind gegenüber den Tonkomplexen um 10 dB abgesenkt. Die Stimuli werden über einen Lautsprecher mit einem konstanten Pegel von 70 dB(A) für alle Klänge/Geräusche dargeboten. Ihre Darbietungsdauer beträgt jeweils 5 Sekunden. Die Grundfrequenz und das Frequenzverhältnis der beiden Grundtöne werden als Versuchsparameter variiert. Die Ergebnisse des semantischen Differentials spannen einen dreifaktoriellen Perzeptionsraum auf, in dem die Anordnung der Klänge/Geräusche bezüglich ihrer Angenehmheit identifiziert werden kann.

Mi. 8:55 Gauß B 501

Psychoakustik

Die Ausgeprägtheit der Tonhöhe, das Auflösungsvermögen des Gehörs und die Bildung auditorischer Objekte

H. Hansen und R. Weber

C.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik

Sinustöne in bandbegrenztem Rauschen können zwei unterschiedliche Wahrnehmungen hervorrufen. Einmal, bei genügend großem SNR, wird der Ton als Objekt getrennt vom Rauschen wahrgenommen, während bei kleinerem SNR der Ton mit dem tonalen Rauschen verschmilzt, die Tonhöhe trennt sich als Ton nicht vom Rauschen. Hinsichtlich dieser Phänomene wurden zwei Hypothesen getestet. Erstens, die Ausgeprägtheit der Tonhöhe ist der "cue" welcher für die Trennung verwendet wird. Zweitens, die JND der Frequenz, das Auflösungsvermögen des Gehörs, liegt dieser Klassifikation zu Grunde. Drei Experimente wurden durchgeführt. Das erste Experiment klassifiziert Sinustöne frequenzzentriert im Schmalbandrauschen hinsichtlich der zwei vorgestellten Wahrnehmungsmöglichkeiten an fünf unterschiedlichen Mittenfrequenzen (250-4000 Hz, in Oktaven). Das zweite Experiment bestimmt die Detektionsschwelle der Töne im Rauschen. Das dritte Experiment bestimmt die JND der Frequenz bei unterschiedlichen SNR. Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur die Ausgeprägtheit der Tonhöhe der Klassifikation zu Grunde liegt, sondern dass sie eng dem Auflösungsvermögen des Gehörs verbunden ist. Der Vortrag diskutiert diese Ergebnisse hinsichtlich der Theorie auditorischer Objektbildung (Kubovy & van Valkenburg, Auditory and visual objects, Cognition, 2001).

Mi. 9:20 Gauß B 501

Psychoakustik

Subjektive und objektive Bewertung der Tonhaltigkeit zeitvarianter Vorgänge

C. Zerbs und O. Martner

Müller-BBM GmbH

Bei der Beschreibung und Bewertung der Geräuschqualität von Vorgängen wird zunehmend Wert auf die Charakterisierung instationärer Vorgänge gelegt. Neben den klassischen psychoakustischen Parametern

wie Lautheit oder Rauigkeit werden bei der Beschreibung der Klangattribute von Vorgängen speziell angepasste Größen entwickelt und angewendet. Dagegen gibt es auch Fragestellungen, bei denen der Bezug auf Standards gefordert ist oder im Hinblick auf die Akzeptanz eines Verfahrens von Vorteil ist.

Ein Beispiel für die Beschreibung von globalen Klangeigenschaften eines Höreindrucks ist seine Tonhaltigkeit. Der Einfluss tonaler Komponenten in einem stationären Geräusch kann gemäß DIN 45681 abgeschätzt werden. Dieser Standard wurde im Hinblick auf die Anwendung auf instationäre Geräusche erweitert. Weiterhin wurde das Verfahren ergänzt, um den Einfluss mehrerer tonaler Komponenten auf den Tonhaltigkeitseindruck beschreiben zu können. Die so berechnete zeitabhängige Tonhaltigkeit wird subjektiven Bewertungen für verschiedene Klänge gegenübergestellt. Ein Beispiel für die Anwendung ist die Entwicklung eines Konzepts zur Charakterisierung von Geräuschen, die von IT-Geräten verursacht werden.

Mi. 9:45 Gauß B 501

Psychoakustik

Einfluss der Zeitstruktur des Hintergrundes auf die Tonhaltigkeit und Lautheit des tonalen Vordergrundes

J. Verhey und S. Heise

AG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Die Hörbarkeit von Tönen in einem rauschhaften Hintergrund unterscheidet sich zum Teil deutlich, je nach dem, ob das verdeckende Rauschen über Frequenzen hinweg zeitlich kohärente Pegelschwankungen aufweist (also komoduliert ist) oder stationär ist. Die bei gleichem Störpektrum deutlich niedrigere Mithörschwelle in Anwesenheit des komodulierten Rauschens wird als Comodulation Masking Release bezeichnet. Der vorliegende Beitrag untersucht, inwieweit diese unterschiedliche Mithörschwelle sich auch in der Tonhaltigkeit und Teillautheit eines überschwelligen Tones im Störgeräusch widerspiegelt. Hierzu wurden bei neun normalhörenden Versuchspersonen die Pegel eines Sinustones bestimmt, bei dem der Ton im stationären Rauschen die gleiche Tonhaltigkeit bzw. die gleiche (Teil-)Lautheit hervorrief wie im komoduliertem Rauschen. Es zeigt sich, dass die zeitliche Struktur des Hintergrundes auf die Tonhaltigkeit von gerade überschwelligen Tönen einen ähnlichen Einfluss hat wie auf die Mithörschwelle. Für hohe Pegel (weit oberhalb der Mithörschwelle) ist die zeitliche Struktur des Hintergrundes jedoch von geringer Bedeutung. Der nichtlineare Zusammenhang von Tonhaltigkeit und dem Pegel der tonalen Komponente entspricht hierbei der Empfindung der Lautheit der tonalen Komponenten im rauschhaften Hintergrund (d.h. der Teillautheit des Tones im Gesamtsignal). Die Messergebnisse werden mit den Vorhersagen dynamischer Lautheitsmodelle verglichen.

Mi. 10:10 Gauß B 501

Psychoakustik

Zum Verhältnis von Tonhaltigkeit und der partiellen Lautheit der tonalen Komponenten in Rauschen

H. Hansen und R. Weber

C.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik

Die Tonhaltigkeit eines Geräuschs beschreibt die Stärke des tonalen Anteils vor einem Rauschhintergrund. Das vorgestellte Experiment testet für tonale Komponenten im Breitbandrauschen die Hypothese, dass der Begriff der Tonhaltigkeit eines Geräuschs auf die Teillautheit des tonalen Anteils, hier der Tonkomponenten, rekurriert.

In dem vorgestellten Experiment wurde die Tonhaltigkeit sowie die partielle Lautheit durch ein adaptives Herstellungsverfahren nach Vormann et al. (2000) gemessen. Eine tonale Komponente (700 Hz) im Breitbandrauschen wurde im Schallpegel so eingeregelt, dass sie der Tonhaltigkeit bzw. partiellen Lautheit von zwei Tönen (650/750 Hz) im Breitbandrauschen entspricht. Ebenso wurde je eine der beiden Komponenten des Tonkomplexes auf die Tonhaltigkeit bzw. partiellen Lautheit der einzelnen Komponenten eingeregelt, um das Experiment vollständig in Bezug auf die einzuregelnde Komponente zu balancieren. Zusätzlich fand die Einregelung mit einem reduzierten Tonpegel (-15 dB) statt.

Die Ergebnisse weisen, zumindest für diese Geräuschklasse, auf eine enge Verbindung der partiellen Lautheit mit der Tonhaltigkeit hin. Um den Einfluss einzelner Komponenten auf den tonalen Charakter des Geräuschs zu bestimmen, wird der Beitrag der einzelnen Komponenten zur partiellen Lautheit/Tonhaltigkeit diskutiert.

Mi. 14:00 Gauß B 501

Psychoakustik

Modellierung zeitlich dynamischer Aspekte der Lautheit bei Normal- und SchwerhörendenJ. Hots^a, J. Rennies^b und J. Verhey^a*^aAG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg*

Verschiedene Studien mit normalhörenden Versuchspersonen haben gezeigt, dass die spektrale Lautheitssummation von der Dauer abhängt und in der Regel für kurze Signale größer ist als für lange Signale. Kürzlich wurde ein Modell vorgestellt, das diesen Effekt durch eine Betonung des Stimulus-Onsets vorhersagen kann [Rennies J., Verhey, J.L., Chalupper, J., Fastl, H.: Modeling temporal effects of spectral loudness summation, *Acust. Acta Acust.*, in press, 2009].

Im vorliegenden Beitrag wird zunächst untersucht, inwieweit das Modell auch andere Aspekte der dynamischen Lautheitswahrnehmung bei Normalhörenden, wie u.a. die Lautheit frequenzmodulierter Signale vorhersagen kann. Hierzu werden eigene Daten mit Modellvorhersagen verglichen. Zudem wird untersucht, ob das Modell auch eine Dauerabhängigkeit der spektralen Lautheitswahrnehmung bei Schwerhörenden mit

einer Innenohrschwerhörigkeit vorhersagen kann, bei denen eine Dauerabhängigkeit trotz deutlich reduzierter spektraler Lautheitssummutation nachgewiesen werden konnte.

Mi. 14:25 Gauß B 501

Psychoakustik

Insights into the temporal weighting of loudness: Are we using oversimplified loudness models?

D. Oberfeld

Joh.-Gutenberg-Universität Mainz, Psychologisches Institut

We present data from several experiments where temporal perceptual weights for the loudness of time-varying sounds were obtained at high temporal resolution, by means of perceptual weight analyses. The sounds consisted of several contiguous wide-band noise segments, on which independent random level perturbations were imposed. We found clear evidence for a non-uniform temporal weighting pattern. The beginning and the end of a sound had a stronger influence on the loudness judgments than the middle of the stimulus. These primacy and recency effects are at odds with the assumptions underlying commonly used measures for loudness like L_{Aeq} or N_5 , which assume that all temporal portions of a longer, dynamic sound contribute equally to loudness. It is demonstrated that the prediction of both loudness and annoyance can be improved significantly by allowing for a non-uniform temporal weighting pattern. Additionally, we report experiments where the level profile of the sounds was not flat but contained for example a gradual increase in level over the first few hundred milliseconds. The temporal weights indicated that the loudness of such sounds tends to be dominated by the temporal elements containing the highest acoustical energy, but again showed a non-uniform temporal weighting pattern. Possible peripheral and central explanations for the observed temporal weighting patterns are discussed.

Mi. 14:50 Gauß B 501

Psychoakustik

Lautstärke beim Bayerischen Rundfunk Fernsehen

E. Hergenröder^a, G. Krump^b und F. Bräu^b

^a*BR Fernsehen*; ^b*Hochschule Deggendorf*

Seit Jahren bemühen sich Fernseh- und Rundfunkanstalten, die Lautstärke unterschiedlichen Programmmaterials einheitlich zu gestalten. Dennoch treten immer noch große Lautheitssprünge bei verschiedenen Sendern, aber auch bei unterschiedlichen Programminhalten wie z.B. Werbung auf, um die Aufmerksamkeit der Zuhörer zu gewinnen. In der vorliegenden Untersuchung wurden Lautheitssprünge von ausgewähltem Programmmaterial durch Hörversuche hinsichtlich ihrer Wahrnehmbarkeit und ihrer Störempfindung ermittelt und mit objektiven Lautheitsmessungen verglichen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine automatische Lautheitsanpassung alleine noch nicht genügt, da auch der Programminhalt, ob Sprache oder Musik, eine große Rolle spielt. Zudem

sind die Lautheitsmessalgorithmen noch nicht ausgereift und müssen senderübergreifend Anwendung finden. In dem Vortrag werden Audio-/Video-Beispiele vorgeführt.

Mi. 15:15 Gauß B 501

Psychoakustik

Training and Guidance Tool for Listening Panels

M. Frank, A. Sontacchi und R. Höldrich

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

This paper presents an expandable computer-based training application for an established expert listening panel (ELP). The panel itself is part of a long-term project and treats pure research questions up to product benchmarking. Providing general training as well as specific preliminary tests, this method can shift most of the preparation time to the ELP member's home. As the training process is divided into different skill levels, the monitoring of the panel members abilities, weaknesses and progress is an easy task. In contrast to present existing tools a flexible framework has been built. Thus the application splits up into different modules: The core program provides the control of the test sequence and file-handling and has to be updated only for new experiment paradigms. The whole signal processing is performed in real-time using puredata (pd, an open-source software), so that a new experiment consists only of the raw sound file, a configuration file for the core program, and a patch file for pd. All user-related data is saved in one encrypted file per member and can be easily moved to various computers. Furthermore, the usage of open-source software and available standard software packages provides inexpensive usage at the ELP member site.

Mi. 16:05 Gauß B 501

Psychoakustik

Echtzeitbeurteilung instationärer Signale in Hörversuchen

S. Großmann und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Die hier vorgestellte Methode dient der Echtzeitbeurteilung von instationären Signalen in Hörversuchen. Beurteilungsschwerpunkt war bei einem Versuch der zeitliche Verlauf ausgewählter Merkmale dargebotener Stimuli. Die Probanden hatten dabei die Aufgabe ihre Beurteilung mittels Schiebepotentiometer nachzufahren. Wesentlich war die Wiedergabe der Verhältnisse zueinander, vergleichbar mit der Linienlängen - Methode. Zur Unterstützung wurde den Probanden der Beurteilungsverlauf visuell dargestellt. Ein früher mit freier Größenschätzung und gleichen Stimuli durchgeführter Hörversuch ergab nicht nur eine hohe Korrelation zwischen den Ergebnissen aus beiden Versuchen, auch die gleiche Rangfolge der bewerteten Stimuli geordnet nach subjektiv empfundenen Merkmal, gleichwohl unterschiedlicher Methoden, war identisch. Die Durchführung, Ergebnisse, sowie Vor- und Nachteile beider Methoden werden gegenübergestellt.

Mi. 16:30 Gauß B 501

Psychoakustik

Errors in the Measurements of Individual Headphone-to-ear-canal Transfer FunctionX. Zhong^a, Y. Liu^a, N. Xiang^b und B.-S. Xie^a^a *Acoustic Lab., Physics Dept., South China Univ. of Technology;* ^b *School of Architecture, Rensselaer Polytechnic Institute*

Headphone-to-ear-canal transfer functions (HpTFs) describe the sound transmission process from a headphone to ears, and are often used to equalize binaural signals in headphone reproductions. Since each person owns a unique configuration of pinna, HpTFs are individual-dependent. Acoustical measurements are a common way to obtain individual HpTFs. In practice, however, measurement errors from headphone- and microphone-placements are unavoidable. Moreover, measurement errors and individual characteristics are often mixed together, especially at high frequencies where both the measurement errors and the individual characteristics are obvious. The object of this work is to evaluate the errors in the measurements of individual HpTFs. In this work, HpTFs from six human subjects and an artificial head (KEMAR) are measured with repeated headphone- and microphone-placements. Deviations among various measurement conditions are analysed using an auditory model. Psychoacoustic experiments are also conducted to investigate the audibility of the measurement errors and individual characteristics, respectively [sponsored by National Nature Science Fund of China Grant No.10774049].

*the first author is on leave to School of Architecture at Rensselaer Polytechnic Institute.

Mi. 16:55 Gauß B 501

Psychoakustik

Zum Unterschied live aufgeführter und reproduzierter Musik: Ergebnisse einer qualitativ/quantitativen UmfragestudieA. Lindau*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation*

Da der weitaus größte Teil der heute rezipierten Musik Medienmusik ist, stellt sich die Frage, welches Verhältnis das reale Konzerterlebnis zu ihr einnimmt. Eine experimentelle Laboruntersuchung dieser Frage steht vor dem Problem, dass selbst modernste immersive Simulationstechnologien - möglicherweise bedeutende - situationsspezifische Aspekte außer Acht lassen müssen. Nicht nur die Multimodalität der natürlichen Situation, welche die Verallgemeinerbarkeit von mittels rein auditiven Reizen erhobenen Untersuchungsergebnissen erschwert, auch psychosoziale Komponenten wie soziale Interaktion, emotionales Engagement oder auch nur die unmittelbare Unvorhersehbarkeit des tatsächlichen Live-Ereignisses sind nur einige prägende, aber im Laborexperiment nur mit hohem Aufwand herstellbare Versuchsbedingungen. Um eine

Verortung denkbarer experimenteller Untersuchungsmethodiken und -technologien in dem durch die Fragestellung aufgeworfenen Wahrnehmungsraum vornehmen zu können, wurde dieser zunächst durch Auswertung einer qualitativ/quantitativen Onlinebefragung kartografiert. In einer offenen/strukturierten Befragung beantworteten über 250 Teilnehmer Fragen nach den wesentlichen Kennzeichen und Unterschieden beider Situationen. Ein mit qualitativen Auswertungsmethoden erstelltes deskriptives Kategoriensystem erlaubt die Quantifizierung der Einflussgrößen und damit Aussagen über deren Bedeutsamkeit. Die Ergebnisse, separierbar nach Alters-, Geschlechts und Berufsgruppen erlauben Anpassungen des Versuchsdesigns und Rückschlüsse auf die Verallgemeinerbarkeit der zu erwartenden Ergebnisse.

Mi. 17:20 Gauß B 501

Psychoakustik

Zur Terminologie der Hörakustik im Lichte der neuen DIN 1320

J. Blauert

Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik

Die Begriffe der Akustik in deutscher Sprache sind seit 1939 in der DIN 1320 genormt. Diese Norm hat seit 1969 eine gründliche Bearbeitung erfahren, wobei insbesondere die Begriffe der Hörakustik zu einem erheblichen Teil neu formuliert wurden. Obwohl die überarbeitete Fassung kürzlich bereits in dritter, überarbeiteter Auflage erschienen ist, ist sie in Fachkreisen wenig bekannt. Es ist das Ziel dieses Vortrages, die Definitions- und Benennungsgrundsätze der DIN 1320 zu erläutern und zu diskutieren, wobei insbesondere auf die Begriffe der Hörakustik abgehoben wird. Hierbei wird auf die Möglichkeiten hingewiesen, die die Norm anbietet, um physikalische Größen und perzeptive Größen zu unterscheiden. Die Diskussion führt auf grundsätzliche Überlegungen zum Wesen so genannter "subjektiver" und "objektiver" Größen mit dem Ziel einer sauberen sprachlichen Differenzierung.

Mittwoch

Psychoakustik (Poster)

Results of Questionnaires for Blind and Visually Impaired Persons Concerning Usage of Hearing and Vibration Senses in Orientation and Mobility in a Big City - Continuation

E. Bogusz, E. Skrodzka, E. Hojan, M. Jakubowski und A. Talukder

Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznan

Poster presents results of questionnaire for blind and visual impaired persons concerning usage of hearing and vibration senses in mobility and spatial orientation in a big city. Analysis of the questionnaire is a first step to elaborate innovative, professional and systematic method of training orientation and mobility. A fundamental tool of the method will be a "library of sound events and vibrations". In the library vibration and acoustic signals which may be helpful or disturbing for orientation and mobility of blind and visual impaired persons will be collected. Additionally in the library characteristic sounds of places and objects, which are often visited by persons with disabilities of sight will be collected. The poster

presents a survey of acoustic sounds which may be helpful or disturbing for orientation and mobility of persons with disabilities of sight as well as acoustic events and atmospheric condition which may make impossible correct interpretation of city signals like e.g. high level of communication noise, buzz of city, reflection of sounds, rain, wind, snow. Moreover, respondents pointed out places and objects, which have characteristic sounds like e.g. postal offices, churches, hospitals, lawn mowers, etc. The work was supported by the National Centre for Investigation and Development, grant NR11 000804.

Mittwoch

Psychoakustik (Poster)

Charakteristische Empfindungen bei sinusförmigen Ganzkörpervibrationen

A. Hoffmann^a, J. Verhey^b und R. Weber^c

^aCarl-von-Ossietzky Universität Oldenburg; ^bAG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; ^cC.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik

Sinusförmige Ganzkörpervibrationen können je nach anregender Frequenz sehr unterschiedliche Empfindungen auslösen, wie Kribbeln, Vibrieren, Schaukeln oder Schwingen. Um Bennennungen für die unterschiedlichen Empfindungen zu finden, wurden in einem Vorversuch Probanden Ganzkörpervibrationen ausgesetzt. Sie saßen dabei auf einem Holzstuhl, der auf einer Vibrationsplattform fixiert war. Die Probanden wurden instruiert während eines langsamen Sweeps über einen Frequenzbereich von 4 bis 50 Hz kontinuierlich Begriffe zu nennen die die momentane Empfindung beschreiben. Aus den genannten Begriffen wurden 15 ausgewählt, die verschiedenen Frequenzbereichen zugeordnet werden konnten. In einem zweiten Schritt wurde die Ausgeprägtheit der Empfindungs-Begriffe bei verschiedenen charakteristischen Schwingungsfrequenzen mithilfe einer siebenstufigen Skala (‘trifft nicht zu’ ... bis ... ‘trifft zu’) bewertet. Die Dauer der anregenden Vibrationssignale betrug 10 Sekunden. Die verwendeten Begriffe und ihre Ausprägungen bei den unterschiedlichen Frequenzen werden vorgestellt.

Mi. 8:30 Gauß B 554

Multimodale Qualität

Quality Impact of Audio on Audio-Visual Quality in the context of IPTV

M.-N. Garcia und A. Raake

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

This paper investigates the quality impact of audio in an audio-visual context. It tries to answer a number of questions based on the analysis of audio-only, video-only and audio-visual subjective test results: What is the quality impact of audio on the overall audio-visual quality in the context of IP-based TeleVision (IPTV)? Does this impact depend on the audio-visual content type, e.g. soccer with speech on noise? Does it depend on the degradation type: compression artifacts or transmission

errors? Does it depend on the video resolution, i.e. Standard Definition (SD, 720 x 576) or High Definition (HD, 1920x1080)? The paper discusses these questions based on the results of an extensive series of perception tests. All tests follow standard procedures. The stimuli are obtained by off-line processing of five uncompressed audiovisual contents at various bit-rates and packet-loss-rates. The contents are representative of various TV programs. The applied processing results in typical IPTV degradations. This paper also shows how the results of this analysis are used for modeling the audio-visual quality based on audio and video impairment factors, which express the quality impact of the different degradations on a common scale.

Mi. 8:55 Gauß B 554

Multimodale Qualität

PERCEVAL - A Norwegian Project on Perceptual and Cognitive Evaluation Techniques for Audiovisual Systems

U. Reiter

Norwegian University of Science and Technology

Today, few methodologies and software exists to assess the complex effects of human audiovisual quality perception. Especially the combination of multimodal perception, in which audio and video stimuli interact, is largely unexplored. Current objective and subjective assessment methodologies approach the problem mainly from a technical perspective, considering frame rates, spatial resolution and distortion artifacts. The perceptual and cognitive side of quality experience is thereby frequently ignored. Most methods also require a controlled laboratory environment, restrict stimulus duration to a few seconds, and demand full attention from assessors. This makes them inadequate for long-term evaluation of user sensations in real application scenarios where perceptual, affective and cognitive factors are of paramount importance.

In response, PERCEVAL aims to develop a novel approach to multimodal quality assessment for audiovisual systems by considering cognitive, perceptual and affective quality attributes. We approach the challenges with an interdisciplinary research team, consisting of researchers from cognitive psychology, sensory analysis of food, and multimedia technology. Although this research may be relevant for many multimodal applications, we focus on two key scenarios, the World Opera project, and scalable video coding.

This contribution discusses the project with a focus on the World Opera project and introduces the difficulties found in the World Opera scenario.

Mi. 9:20 Gauß B 554

Multimodale Qualität

Einfluss des audiotaktilen Feedbacks auf die Qualität von Touchscreens für Digital Audio Workstations

M.E. Altinsoy und S. Merchel

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Touchscreens gewinnen heutzutage als Eingabegeräte immer mehr an Bedeutung. Die Anwendungen variieren von Fahrkartenautomaten bis zu Navigationsgeräte. Sie bieten neue Interaktionsmöglichkeiten für PC-Anwendungen, Handys und Spielkonsolen. Kritische Punkte sind das fehlende oder schlechte auditive und taktile Feedback oder mangelnde Anpassung der Software. Weitere interessante Anwendungsgebiete für Touchscreens finden sich im Bereich der Audiotbearbeitung. Die Definition und Gestaltung von Bewegungspfaden für Schallquellen bei WFS-Systemen wird häufig über Touchscreens durchgeführt. Gleichzeitig ersetzen Touchscreens physikalische Schieberegler, Drehregler oder Tasten bei Mischpultapplikationen. Insbesondere fehlendes taktiles Feedback verursacht Kundenunzufriedenheit.

Die Erweiterung von Touchscreens mit multimodalem Feedback unter Ausnutzung von Kenntnissen der multimodalen Interaktion gibt uns eine Möglichkeit um die oben erwähnten Limitierungen zu beseitigen. Diese Arbeit behandelt die Qualitätsverbesserung bei Touchscreenanwendungen durch audiotaktilen Feedback. Der Schwerpunkt des Beitrags liegt auf Audioverarbeitungsaufgaben. Verschiedene audiotaktile Feedbackvariationen werden in einem multimodalen Versuch verglichen. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Qualitätssteigerung für Touchscreenanwendungen unter Verwendung von audiotaktilem Feedback.

Mi. 9:45 Gauß B 554

Multimodale Qualität

Qualitätsintegration bei multimodaler Interaktion

S. Möller, B. Weiss, I. Wechsung, C. Kühnel und K.-P. Engelbrecht

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Gestalter von multimodalen Applikationen gehen bislang davon aus, dass das Verfügbarmachen verschiedener Interaktionsmodalitäten die vom Nutzer erfahrene Qualität steigern wird. Dennoch gibt es abgesehen vom bekannten Zeige-Szenario "Put-that-there" wenig überzeugende Beispiele vom erfolgreichen simultanen Einsatz verschiedener Modalitäten. Andererseits können verschiedene Modalitäten Teilaspekte der Qualität durchaus positiv beeinflussen, wie bspw. die Effektivität oder die Effizienz, und sie erhöhen die Nähe zu einer natürlichen menschlichen Kommunikation.

Im Vortrag sollen theoretische Überlegungen darüber angestellt werden, auf welchen Ebenen eine Integration unterschiedlicher Modalitäten für den Nutzer gewinnbringend sein kann. Grundlage hierzu ist eine Taxonomie von Qualitätsaspekten multimodaler Interaktion. Zu den einzelnen

Aspekten geben wir Messmethoden an und zitieren Beispiele von positiver oder negativer Beeinflussung unterschiedlicher Interaktionsmodalitäten. Wir schließen mit einer Reihe offener Fragen, deren Beantwortung die Gestaltung multimodaler Interaktionsprinzipien erleichtern würde.

Mi. 10:10 Gauß B 554

Multimodale Qualität

Audio-visual quality as combination of unimodal qualities: environmental effects on talking heads.

B. Weiss, C. Kühnel und S. Möller

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Talking heads provide a multimodal output component for human computer interfaces. They consist of facial visual models that are articulatorily synchronized with speech synthesis modules. The topic addressed in this paper is the relationship between the modalities audio and vision and their impact on perceived overall talking-head quality.

Overall quality of six different talking heads has been evaluated in four different settings: a passive rating scenario, an interaction scenario with a talking head interface only, an interaction scenario with a screen showing information in addition to the talking head, and an interaction scenario in a real living room instead of a test laboratory.

Results show that in the passive scenario talking head quality can be described quite well as a linear combination of visual and auditory aspects. However, the more distraction the environment offers, the less variation in the ratings is explained.

Mi. 14:00 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Bestimmung von Mithörschwellen von bewegten und statischen Signalen mit Hilfe eines Lautsprecherarrays unter Freifeldbedingungen

S. Klockgether, B. Epp und J. Verhey

AG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Bewegungssensitive Wahrnehmung spielt im visuellen System eine große Rolle. Ihre Auswirkung in akustischen Verhaltensexperimenten ist hingegen noch unklar, auch wenn bewegungssensitive Neuronen im auditorischen System physiologisch nachgewiesen wurden. Um den Effekt von Bewegung auf Mithörschwellen und auditorische Objektbildung zu untersuchen wurden psychoakustische Experimente im Freifeld durchgeführt. Ein halbkreisförmiges Lautsprecherarray aus 32 statischen Aktivlautsprechern ermöglicht es, in der horizontalen Ebene bewegte Signale durch Überblenden zu simulieren. Durch die hohe Anzahl an Lautsprechern werden Fehler durch das Überblenden minimiert. Für statische und dynamische Testsignale wurden Mithörschwellen in verschiedenen Rauschmaskierern gemessen. Konditionen mit und ohne Bewegung einzelner Stimuluskomponenten werden miteinander verglichen, um den Einfluss der Bewegung zu untersuchen. Die Ergebnisse deuten

darauf hin, dass Mithörschwellen für bewegte Signale deutlich unter denen räumlich stationärer Signale liegen. Es wird diskutiert, inwiefern die Verbesserung der Schwellen durch die Winkelauflösung in der Horizontalebene und durch binaurale Verarbeitungsmechanismen erklärt werden kann. Des Weiteren wird diskutiert, welchen Einfluss Bewegung auf auditorische Objektbildungsmechanismen in einem modifiziertem Paradigma zu Comodulation Masking Release (CMR) hat. Diese Ergebnisse liefern Erkenntnisse über die Verarbeitung dynamischer, binauraler Signaleigenschaften in komplexen akustischen Situationen.

Mi. 14:25 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Externalization versus Internalization of Sound in Normal-hearing and Hearing-impaired Listeners

B. Ohl^a, S. Laugesen^b, J. Buchholz^a und T. Dau^a

^aTechnical University of Denmark; ^bOticon Eriksholm Research Centre

The externalization of sound, i. e. the perception of auditory events as being located outside of the head, is a natural phenomenon for normal-hearing listeners, when perceiving sound coming from a distant physical sound source. It is potentially useful for hearing in background noise, but the relevant cues might be distorted by a hearing impairment and also by the processing of the incoming sound through hearing aids. In this project, two intuitive tests in natural real-life surroundings were developed, which capture the limits of the perception of externalization. For this purpose, an auralization system for headphones using individual cues was implemented and a strategy to modify the degree of the externalization was proposed.

While normal-hearing listeners obtained consistent results, both individually and across subjects, the limits of externalization varied more within and across listeners in the hearing-impaired group. Partly, there was an influence by the direction of sound incidence. On average across subjects, the dynamic range available to perceive externalization was reduced compared to normal-hearing subjects. Overall, it was shown that hearing-impaired listeners are able to perceive externalization, but also that they are less sensitive to minor deviations from complete internalization and externalization.

Mi. 14:50 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Automatische Anpassung des stereophonen Sweetspots bei Kopfdrehung

S. Merchel und S. Groth

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Die räumliche Wiedergabe in einem stereophonen Mehrkanalsystem (z.B. Stereo oder 5.1 Surround) funktioniert nur in einem kleinen Bereich, dem so genannte Sweetspot. Sobald sich der Hörer bewegt, verschieben sich die Phantomschallquellen in Abhängigkeit von dessen Ort und Ausrichtung. Dabei reicht eine einfache Kopfdrehung bereits aus.

Dieser Beitrag diskutiert Lokalisationsfehler durch Asymmetrien die bei Kopfdrehung auftreten. Die Phantomschallquellen verschieben sich in Richtung der Medianebene des Hörers. Eine Kompensationsfunktion wird vorgeschlagen und evaluiert. Durch automatische Anpassung des Sweetspots an die Hörerposition und Hörerorientierung wird eine stabile Phantomschallquellenortung erreicht.

Ein echtzeitfähiges Testprogramm zur Nachführung des Sweetspots wurde unter C++ implementiert. Der Hörer wird dabei mit Hilfe einer Webcam lokalisiert. Eine Demonstrationsversion kann auf www.ias.et.tu-dresden.de/akustik/sweetspotter heruntergeladen werden.

Mi. 15:15 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

A Method to Evaluate The Individual Differences of Head-related Transfer Functions Based on Spatial Principal Component Analysis

B.-S. Xie und Y. Liu

Acoustic Lab., Physics Dept., South China Univ. of Technology

Head-related transfer function (HRTF) or head-related impulse (HRIR) is a function of sound source position. It is also individual-dependent. A direct way to evaluate the difference in HRTFs among different subjects is to compare the HRTFs or HRIRs for each pair of subjects at all sound source position. But this method is complicated. The present work proposed a simplified method to evaluate the individual difference of HRTFs based on spatial principal component analysis (SPCA). In SPCA, HRTF or HRIR is decomposed as a weighted combination of common spatial basis functions (CSBFs) which are only direction-dependent, while the weights are frequency (or time) and individual-independent. Then by calculating the cross-correlation of the weights for each pair of subjects, the individual difference of HRTFs can be evaluated. The calculated results from the HRTFs of 20 subjects validated the proposed method.

Mi. 15:40 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Die Rolle des Präzedenzeffektes bei der Wahrnehmung von räumlichen Aliasingartefakten bei der Wellenfeldsynthese

H. Wierstorf, A. Raake und S. Spors

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Wellenfeldsynthese (WFS) ist ein vielkanaliges Lautsprecherverfahren zur räumlichen Schallfeldwiedergabe. Es ist in der Lage, virtuelle Quellen wiederzugeben, die sich zwischen den Lautsprechern und dem Zuhörer befinden (fokussierte Quellen). Durch die begrenzte Anzahl an Lautsprechern kommt es bei der WFS jedoch zu einer räumlichen (Unter)Abtastung, die zu Aliasingartefakten in der Wiedergabe führen kann. Diese machen sich in Form von mehreren Wiederholungen des wiederzugebenden Signals bemerkbar. Für den Fall der virtuellen Quelle im Zuhörerraum erreichen diese Wiederholungen den Zuhörer vor dem Signal der fokussierten Quelle. Ob die Wiederholungen als Vorechos hörbar sind, lässt sich durch den Präzedenzeffekt beschreiben. Um gezielte

Vorhersagen über die Perzeption der Wiederholungen zu ermöglichen, ist in einem Versuch der Präzedenzeffekt für Sprachstimuli mit vielen Wiederholungen untersucht worden. Damit die einzelnen Parameter unabhängig voneinander geändert werden konnten, fand die Wiedergabe nicht über ein reales WFS-System statt, sondern die Stimuli wurden künstlich erzeugt. Die räumlichen Einfallsrichtungen wurden dabei über HRTFs realisiert. Die Auralisierung erfolgte über ein System zur dynamischen binauralen Resynthese mittels Kopfhörer. In dem Versuch wurde die Echogrenze für unterschiedliche Amplituden, Anzahl an Wiederholungen, zeitliche Abstände und Einfallsrichtungen der Wiederholungen untersucht.

Mi. 16:05 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Weighting of binaural cues in the presence or absence of a reflection

B.U. Seeber

MRC Institute of Hearing Research (UK)

More than 100 years ago Lord Rayleigh postulated the Duplex Theory of auditory localisation according to which low frequency sounds are localised based on interaural time differences (ITDs), while high frequency sounds are localised by interaural level differences (ILDs). Later it was shown that ITDs also provide the main information for localisation of most wide-band sounds. Hearing devices may alter binaural cues and it is important to know which cues need to be correctly reproduced in a particular listening situation to afford the full benefit from binaural hearing. In the first part binaural cue dominance is evaluated for a variety of natural sounds. Results confirm a relatively high weighting for ITDs, and even for a 2 kHz high-pass noise ITDs received almost equal weight to ILDs. In the second part binaural cue weighting is studied in situations of the precedence effect. Previous studies showed a dominance of ITDs extracted from distinct onsets while carrier ITDs contribute for longer duration stimuli. However, most studies used clicks or low-pass sounds where ILDs are minimal. The present study thus uses natural wide-band sounds like a word or a flute tone to assess if the presence of a reflection changes the weighting of binaural cues.

Mi. 16:30 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Asymmetrie und Pegelabhängigkeit binauraler Filter

M. Nitschmann

O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Klinik für HNO-Heilkunde

Das klassische Experiment zur Vermessung der auditorischen Filter ist das Bandstopexperiment (z.B. Patterson, 1976 [JASA 59, 640-654]). Dabei wird ein Sinuston dargeboten, der von einem Breitbandmaskierer mit einer spektralen Lücke um die Frequenz des Sinustons verdeckt wird. Dieser Versuch wurde zumeist monaural oder diotisch durchgeführt. Auch die Pegelabhängigkeit und Asymmetrie der auditorischen Filter wurde untersucht.

Obwohl einige Versuche darauf hindeuten, dass die Breite der auditorischen Filter in Versuchen mit einem dichotisch dargebotenen Stimulus größer als im Fall eines diotisch dargebotenen Stimulus sein könnte, ist das Bandstopexperiment mit einem gegenphasigen Sinuston in einem diotischem Maskierer bisher kaum (z.B. Hall et al., 1983 [JASA 73, 894-898]) und hinsichtlich Asymmetrie und Pegelabhängigkeit gar nicht durchgeführt worden.

In diesem Tagungsbeitrag werden diotische und dichotische Schwellen im Bandstopexperiment und ihre Benutzung zur Bestimmung der Asymmetrie und Pegelabhängigkeit insbesondere auch "binauraler" auditorischer Filter diskutiert. Aus dem auch für die Auswertung der dichotischen Schwellen zugrundegelegten Power-Spectrum-Modell ergibt sich bei leicht weiteren "binauralen" Filtern eine ähnliche Asymmetrie und Pegelabhängigkeit wie bei den diotischen Schwellen.

Mi. 16:55 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

What does the ability to suppress a single reflection tell us about localisation performance in rooms?

S. Kerber^{a,b} und B.U. Seeber^a

^aMRC Institute of Hearing Research (UK); ^bAG Technische Akustik, MMK, TU München

Localisation in rooms is characterised by the presence of multiple reflections interfering with the direct sound from source to listener. Nevertheless, due to the "precedence effect", normal hearing listeners are able to cope in such situations by apparently ignoring the later arriving reflections. Most studies on the precedence effect have used a paradigm in which a sound (the "lead") and a single delayed reflection (the "lag") are played from different directions. In realistic situations, however, multiple early reflections as well as late reflections might interfere with the direct sound. The aim of the current study is to compare to what degree localisation performance in rooms can be predicted from the simple lead-lag precedence effect paradigm. Participants localised lead-lag stimuli for different relative levels and delays of the lag to quantify how listeners cope with differently pronounced single reflections. Additionally, localisation was assessed in simulated rooms for various direct-to-reverberant ratios, demonstrating a decline in localisation performance for smaller ratios. The comparison of the ability to cope with single reflections and with simulated reverberation of rooms will show to what degree the former can be used to predict the latter.

Mi. 17:20 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

On the use of eye movements in acoustic source localization experiments

S. Spors, R. Schleicher, D. Jahn und R. Walter

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

The ability of virtual auditory environments and sound reproduction approaches to provide well localized sources is a key feature. Experiments that judge the localization are hence amongst the first ones performed in evaluation. One difficulty in such experiments lies in reporting the perceived direction by the test subjects. Various methods have been developed and used in the past for this purpose. This paper examines the analysis of eye movements for localization experiments. In order to evaluate the accuracy and applicability, a basic localization experiment was set up where the users had to report the source direction by fixating the perceived source location. Eye movements were measured using a head mounted eyetracker. Additionally the test subjects had to report the direction by using a laser pointer, in order to provide an comparison with known results. This paper will present the general setup as well as results concerning the accuracy of the available data sources (fixation, head movements, etc.). Furthermore, potential application areas are discussed.

Mi. 17:45 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Subband instantaneous-frequency analysis to determine masking with high temporal resolution for use in audio codecs

N. Koppaetzky, S. Ewert, B. Kollmeier und V. Hohmann

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Perceptual audio coding algorithms use psychoacoustical masking models to compress audio data with minimal impact on the perceived quality. Most common audio codecs apply classical spectral masking models, although latest psychoacoustical research emphasizes the excellent spectro-temporal resolution of the auditory system. Generally these models reach the required high spectral resolution at the expense of an insufficient temporal resolution. An application of a current psychoacoustical model which simulates the high spectro-temporal resolution of the auditory system, might offer an increase of the coding efficiency or of the perceptual coding quality, respectively. The general effect of an enhanced time resolution was analysed by applying a current linear auditory filterbank model with subband instantaneous frequency control to extract perceptual masking thresholds with high spectro-temporal resolution. For that purpose the model classifies the tonality and estimates spectro-temporal masking pattern with respect to the spread of masking. The models applicability and its performance in combination with a simple perceptual coder was tested and compared to a common audio codec. The general applicability of the model could be shown. However,

the use of the simple perceptual coder limited the significance of the data. Further research on combining the new model with a state-of-the-art coder is indicated.

Mi. 18:10 Gauß B 554

Räumliche Wahrnehmung

Real-time Rendering of Moving Sound Source in a Room Based on Principal Components Analysis

D. Rao und Y. Liu

Acoustic Lab., Physics Dept., South China Univ. of Technology

In free-field situation, convoluting sound signal with a pair of head-related transfer function can render a sound source virtually. In a room, however, because there are many image sources generated by reflections from wall, the situation is more complex, especially when the source is moving. Rendering such scene requires $2 \cdot N$ (image source numbers) times of convolution computations so as to bring difficulty in the real-time implementation. In this paper, a method using principal components analysis (PCA) is proposed to reduce the rendering computation load. In this method, HRTFs were expressed as weighted sum of a set of basics functions which can be derived from PCA. Therefore, the HRTFs of real source and image sources at different directions share a common set of basics function. In such way, computation reduced to $2 \cdot L$ (basics function number) times of convolution computations. We used $L=10$ basics function in our implementation, which was much less than the number of image sources (36 for considering second-order image sources in rectangular room). Objective analysis and subjective listening test validated the proposed method. The performance and details of real-time implementation using VC++ of the proposed method on PC were also discussed in this paper.

Mi. 8:30 Beuth-Saal

Raumakustik - Simulation und Evaluation II

The Relation Between Perception of Room Acoustics and Objective Parameters as Calculated Using a Binaural, Nonlinear Model

J. van Dorp Schuitman und D. de Vries

Delft University of Technology

At TU Delft a new method was proposed for evaluating parameters related to room acoustical quality. The method is based on a binaural, nonlinear auditory model which is capable of predicting perceptual reverberance, clarity, apparent source width and listener envelopment from binaural audio recordings. This way the parameters are calculated in a content-specific way and furthermore there is no need to perform impulse response measurements. From listening test results it follows that these parameters correlate satisfactorily with room acoustical perception, whereas conventional acoustical parameters often do not. In this paper the method is discussed and the relation between the model outputs and the results of the listening tests is evaluated.

Mi. 8:55 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation II

Binaurale akustische Umgebungserkennung

R. Scharrer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Es wird eine Methode vorgestellt, mit der aus binauralen Audiosignalen Informationen über die akustische Umgebung gewonnen werden können. Dabei wird eine Reihe von akustischen Indikatoren verwendet, um mit Hilfe eines neuronalen Netzes die Nachhallzeit und die Größe eines Raumes zu schätzen. Eine Kenntnis des Anregungssignales ist dabei nicht notwendig. Einen besonderen Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse haben dabei die Trainingsdaten des neuronalen Netzes. Daher wird eine Methode vorgestellt, wie eine große Menge an binauralen Szenen künstlich erzeugt und ausgewertet werden kann, um eine ausreichend große Trainingsdatenmenge zu erzeugen. Wichtig sind hierbei vor allem ein hoher physikalischer Realismus, als auch eine angemessene Wahl der verschiedenen Simulationsparameter, um möglichst viele in der Realität auftretende Umgebungen abzudecken. Abschließend werden die geschätzten Nachhallzeiten einiger Räume mit gemessenen Nachhallzeiten verglichen, um das Modell zu verifizieren und die praktischen Vor- und Nachteile zu diskutieren.

Mi. 9:20 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation II

Der Renovierung der Konzertsaal De Doelen, Rotterdam

M. Lautenbach^a und M. Vercammen^b

^a*Peutz bv, Rotterdam*; ^b*Peutz bv, Molenhoek*

Im Sommer 2009 wurde der Konzertsaal De Doelen, in welchem letztes Jahr die NAG/DAGA2009 stattfand, renoviert. Bei dieser Renovierung wurden die szenische Beleuchtung integriert und die Decke und Bestuhlung erneuert. Um die Podiumsakustik zu verbessern, wurden oberhalb der Bühne Schallreflektoren angebracht. Um die Saalakustik zu verbessern, wurde die Rückwand weiter nach vorne plaziert und die Schallabsorption minimiert. Diese Massnahmen basieren auf subjektive Untersuchungen mit den Musikern, Maßstabsmodellmessungen in einem Modell (Maßstab 1:10), Berechnungen in ein Strahlenverfolgungsprogramm und Labormessungen an Wänden, Decke und Bestuhlung. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse und Vergleich mit dem Zustand vor der Renovierung und mit der Vorhersage basierend auf den Untersuchungen präsentiert.

Mi. 9:45 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation II

The Acoustics of Early Concert Halls in Japan

C. Büttner und S. Weinzierl

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Das Konzertwesen in Japan ist durch eine außergewöhnlich hohe Zahl an Konzertvereinigungen, professionellen Orchestern und Aufführungen von europäischer klassischer Musik gekennzeichnet. Während heutige Konzertstätten international gültigen Empfehlungen zur Raumakustik von Konzertsälen folgen, untersucht die vorliegende Arbeit die Architektur und die Akustik von Aufführungsräumen aus der Frühzeit der Aneignung westlicher Kultur und Musik und der Etablierung eines Musiklebens nach europäischem Vorbild. Hierfür wurden die wichtigsten Aufführungsräume in Japan in der Zeit zwischen 1868 und 1930 ermittelt und baugeschichtlich untersucht. Da keiner der untersuchten Räume heute noch im originalen Zustand erhalten ist, wurden auf der Grundlage von Plänen, Abbildungen und anderen historischen Quellen Computermodelle erstellt und raumakustische Parameter im Modell berechnet. Diese geben nicht nur Hinweise auf die akustischen Gegebenheiten dieser Epoche, sondern erlauben eine vergleichende Betrachtung der Entwicklung eines öffentlichen Konzertwesens in Europa und in Japan.

Mi. 10:10 Beuth-Saal Raumakustik - Simulation und Evaluation II

Architektonische Kriterien in der Raumakustik

E. Kahle

Kahle Acoustics, Brüssel

In der wissenschaftlichen Raumakustik gibt es umfangreiche Literatur über objektive Kriterien und subjektive (perzeptive) Faktoren - sowie die Zusammenhänge zwischen diesen objektiven und perzeptiven Kriterien der raumakustischen Qualität. Weitaus weniger dokumentiert oder diskutiert sind architektonische Kriterien und der Zusammenhang zwischen Architektur und Akustik, d.h. die Zusammenhänge zwischen einer bestimmten raumakustischen Qualität und gebauter Architektur. Der Beitrag legt dar, dass es beim heutigen Wissensstand durchaus möglich ist, akustische Qualität in architektonischen Kriterien auszudrücken, dass es häufig fruchtbar und hilfreich ist, in architektonischen Kriterien zu denken, und dass das Fehlen oder Vernachlässigen der Zusammenhänge zwischen raumakustischen Kriterien und Architektur (oder "Design-Kriterien") ein Grund sein kann, warum immer noch zu viele Räume gebaut werden, die nicht so gut sind wie sie sein sollten und könnten.

Mi. 14:00 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Methoden zur Berechnung der Schalldämmung dünner PlattenR. Piscoya^a, Y. Aoki^b, M. Ochmann^a und W. Maysenhölder^b^aBeuth Hochschule für Technik Berlin; ^bFraunhofer Inst. für Bauphysik

In einem gemeinsamen DFG-Projekt werden verschiedene Möglichkeiten zur Berechnung der Schalldämmung untersucht. Die Ermittlung des anregenden Schallfeldes, der Plattenbewegung und des abgestrahlten Schalls stellen Teilaufgaben dar, die auf mehrere verschiedene Arten gelöst werden können: mit FEM und BEM, (halb-)analytisch, näherungsweise oder (wenigstens im Prinzip) exakt, direkt oder iterativ, mit modalen oder polynomialen Basisfunktionen zur Beschreibung der Plattenbewegung. Ausgewählte Kombinationen solcher Methoden werden einander gegenübergestellt. Neu scheint der Versuch zu sein, die "blocked-pressure"-Näherung iterativ zu verbessern, d. h. die vernachlässigte Fluidlast ("fluid loading") wenn nötig schrittweise zu berücksichtigen. Entsprechend einer physikalisch motivierten Gebietszerlegung ("domain decomposition") erfolgen die Luft- und Körperschallberechnungen dabei getrennt und nacheinander. Das Konvergenzverfahren dieses iterativen Verfahrens wird in diesem und vertieft in zwei weiteren Beiträgen näher untersucht.

Mi. 14:25 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Berechnung der Schalldämmung endlicher Platten durch eine Kombination von numerischer Modalanalyse und BEM

R. Piscoya und M. Ochmann

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Die Abschätzung der Isoliereigenschaften plattenartiger Strukturen hat große Bedeutung in der Raum- und Bauakustik. Numerische Bewertungen der Schalldämmung dieser Strukturen ermöglichen eine schnelle Beurteilung der Wirkung von Gestaltsänderungen der Trennwände und erlauben dadurch, die Anzahl der notwendigen Messungen zu reduzieren. Solche Abschätzungen können durch die Kombination einer numerischen Modalanalyse für die Platte und einer BE-Formulierung für die Schallabstrahlung konstruiert werden. Für flache Platten in einer Schallwand vereinfacht sich die BEM zu einem Rayleigh-Integral. Die Verwendung einer Modalbasis kann die Größe des zu lösenden Gleichungssystems erheblich verringern. Die Eigenmoden der Platten können numerisch mit Hilfe einer FE-Formulierung berechnet werden. Ergebnisse der Schalldämmung isotroper homogener Platten mit unterschiedlichen Randbedingungen werden gezeigt. Die Methode kann natürlich auch auf kompliziertere Fälle wie orthotrope oder profilierte Platten angewandt werden.

Mi. 14:50 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Iterative Determination of the Sound Transmission Loss of Rectangular Thin Plates

Y. Aoki und W. Maysenhölder

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Iterative schemes and domain decomposition are attractive methods for solving large-scale computational systems. With regard to sound transmission problems it appears as a natural choice to perform separate calculations in each fluid and solid domain and connect them in an iterative manner. However, it is known that a straightforward realization of this procedure may diverge. Several possibilities to overcome this problem are investigated in this paper. Since increase of plate damping reduces the frequency bands with divergent behavior, the introduction of additional damping, which is compensated for somewhere else in the scheme, seems to be a promising strategy. In mathematical terms this physical idea corresponds to the splitting method. The latter can also be used to avoid computationally expensive matrix inversions. The difficulty lies in the optimal choice of the free parameters of the auxiliary matrix. Considerably less parameters, typically one or two, have to be optimized, if relaxation techniques are applied. Such relaxation parameters can even be used for modifications of the physical continuity conditions at the fluid-solid interfaces. If the original conditions are replaced by suitable linear combinations of them, the iteration will converge.

Mi. 15:15 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Berechnung der Schalldämmung: einfache Näherungen und iterative Bestimmung für unendliche homogene Platten

W. Maysenhölder und Y. Aoki

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Die Schalldämmung einer unendlichen homogenen dünnen Platte bei Anregung durch eine ebene Welle ist - auch bei Anisotropie und Vorspannung - analytisch exakt bekannt. Zwischen der exakten Lösung und einfachen Näherungen, z. B. der "blocked-pressure"-Näherung, die die Fluidlast ("fluid loading") vernachlässigt, existieren bemerkenswerte einfache Beziehungen. Allerdings sind diese Beziehungen in der Regel auf endliche Platten nicht anwendbar. Versucht man stattdessen, eine entsprechende einfache Näherung für endliche Platten mittels iterativer Methoden, bei denen Luft- und Körperschallberechnungen getrennt und nacheinander erfolgen, zu verbessern, können Konvergenzprobleme auftreten. Was sind die Ursachen und wie vermeidet man sie? Die - bei unendlichen Platten eigentlich unnötige - analytische Formulierung und Ausführung iterativer Verfahren soll einerseits mathematische Strukturen aufzeigen und andererseits zur physikalischen Interpretation anregen, um schließlich zu einem tieferen Verständnis der iterativen Schalldämmungsbestimmung zu gelangen. Dies könnte wiederum für den allgemeinen Fall endlicher (auch inhomogener) Platten, bei dem

keine analytische Lösung verfügbar ist, nützlich sein. Der einfache Fall unendlich dünner Platten ist dafür gut geeignet, weil selbst hier Divergenz auftritt und verschiedene Gegenmaßnahmen - von zusätzlicher Dämpfung bis zu modifizierten Stetigkeitsbedingungen an den Grenzflächen zwischen Platte und Fluiden - exemplarisch veranschaulicht werden können.

Mi. 15:40 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Elemente-Ansatz zur Berechnung der Schalltransmission durch kleinformige Paneele

J. Rohlffing and P. Gardonio

University of Southampton, ISVR

Der Elemente-Ansatz ist eine flexible Methode zur Berechnung der Strukturantwort und abgestrahlten Schalleistung von kleinformigen Paneelen in einer unendlichen Platte. Das Paneel wird für die Berechnung der Schalltransmission in ein Gitternetz von Elementen unterteilt. Die Strukturantwort und abgestrahlte Schalleistung werden durch mechanische und akustische Punkt- und Transferfunktionen in den Zentren der Elemente beschrieben. Als Anregung können sowohl deterministische Anregungen wie Punktkräfte und ebene Wellen als auch stochastische Anregungen wie Diffusfeld und turbulente Grenzschicht berücksichtigt werden. Durch das Formulieren von Feedback-Schleifen ist es möglich verschiedene Einflussgrößen auf die Schalltransmission zu modellieren, z. B. a) die akustische Impedanz der umgebenden Medien, b) flexible Einspannbedingungen, c) punktuellen aufgebrachte Massen, Dämpfer und Aussteifungen bzw. aktive Feedback-Kontrollsysteme. Die Ergebnisse zeigen den Einfluss von Koinzidenzeffekten auf die Strukturantwort und auf die abgestrahlte Schalleistung. Damit kann zum Beispiel erklärt werden warum Schalltransmissionsmessungen mit gerichteten Lautsprechern als Quellen nur unterhalb der Grenzfrequenz gute Übereinstimmung mit der Diffusfeldmethode aufweisen. Der Vergleich der Formulierungen für Diffusfeldanregung und der Abstrahlcharakteristik zeigt das Prinzip der Diffusfeld Reziprozität. Die Formulierungen des Elemente-Ansatzes lassen sich direkt auf Laser Vibrometer Messungen anwenden. Dies erlaubt die Messung der Schalltransmission unabhängig von Flankenübertragungen und Empfangsraumeigenschaften.

Mi. 16:30 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Calculation of sound transmission through panels with Patch Mobility Method

J.-L. Guyader^a und J.-D. Chazot^b

^aINSA de LYON; ^bLaboratoire Roberval, Univ. de Technologie de Compiègne

The standard technique to calculate sound transmission through panels is based on diffuse field model for room pressure. Thus, the calculation, necessitate to cumulate power transmitted by uncorrelated waves that

is time consuming. The patch mobility method will be first presented; it is based on the decomposition of the problem in subsystems, characterized by their patch mobilities, which are then coupled to obtain the response of the assembly. The patch Mobility method characterizes room excitation by blocked patch pressure distribution over the panel area, for a given room this must be done one time. The advantage is that the sound transmission is calculated by solving the problem one time instead of several times, for each excitation wave angle, as in the standard approach. A second advantage of the Patch Mobility method is associated to its substructuring nature: each component of a complex panel being characterized independently, changing one component will only necessitate to recalculate its own patch mobility. When the influence of one parameter is of interest the gain in calculation time can be very huge. Examples will be presented on double panels filled with granular materials, sandwich panels, stiffened plates.

Mi. 16:55 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

A Wave Based Method for solving Helmholtz problems in semi-infinite domains

B. Bergen, D. Vandepitte und W. Desmet
KU Leuven, Dept. Mechanical Engineering

Element based methods, such as the finite element method and the boundary element method, are most commonly applied for the numerical analysis of acoustic Helmholtz problems. However, due to the pollution error, the element discretization must be refined with increasing frequency in order to preserve reliable predictions. In this way, the required computational resources limit the use of the element based methods to applications in the low-frequency range.

The wave based method (WBM), which is based on an indirect Trefftz approach, is an alternative deterministic prediction method. It uses wave functions, which are exact solutions of the underlying differential equation, to describe the dynamic field variables. As a consequence, a dense element discretization is no longer required. The resulting smaller numerical system and the absence of pollution errors make the WBM well suited for the treatment of mid-frequency problems.

This paper extends the applicability of the WBM to acoustic problems in semi-infinite domains. An appropriate function set is proposed, along with a procedure for treating semi-infinite scattering and transmission problems. The resulting technique is validated on several numerical examples.

Mi. 17:20 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

A Combined TMM-WBM Prediction Technique for Finite-Sized Multilayered Structures

A. Dijckmans, G. Vermeir und W. Lauriks

KU Leuven

The Transfer Matrix Method (TMM) is widely used to simulate the vibroacoustic behaviour of multilayered structures, because of the low computation cost and easy implementation of different types of layers. Standard TMM assumes infinite layers and plane wave excitation. In the low- and mid-frequency range, the modal behaviour of both structure and rooms can largely influence the sound insulation properties as measured in labo and in situ. Therefore a Wave Based Model (WBM) has been developed, which models the direct sound transmission through a structure placed between two reverberant rooms. The field variables (plate displacements and sound pressures) are expanded in terms of structural and acoustic wave functions, which are exact solutions of the governing dynamic equations. Multilayered structures are incorporated in an extended WBM by means of the TMM. The dynamic properties of the structure, calculated with the TMM, are used as boundary and continuity conditions in the WBM. The combined TMM-WBM model is compared with an exact wave based model for sound propagation in porous materials and with sound transmission loss measurements of sandwich panels.

Mi. 17:45 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Schalldämmprognose basierend auf Transfermatrizen im Vergleich zu Finite-Elemente-Simulationen

M. Wulkau und S. Langer

TU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik

Es existieren zahlreiche Methoden zur Prognose der Schalldämmung, um die Eignung einer Wandkonstruktion als bauakustisch wirksames Element abhängig von Aufbau, Geometrie sowie Material schon vor dem Einbau abschätzen zu können. Die Spanne reicht von Methoden, die auf sehr stark vereinfachenden Modellen der Wirklichkeit wie dem des Ein-Massenschwingers basieren, über Prognoseverfahren bei denen eine Transfermatrix analytische Lösungen kombiniert, um beliebig geschichtete Plattenaufbauten erfassen zu können, bis hin zu aufwendigen numerischen Prognosemethoden beispielsweise basierend auf der Methode der Finiten Elemente. Letztere Methode bietet insbesondere gegenüber den Transfermatrizen, bei denen in der Regel nur Platten mit infiniten Ausdehnung betrachtet werden, den Vorteil, dass eine detaillierte Analyse unter exakter Berücksichtigung der tatsächlichen Bauteilgeometrie und der umgebenden Struktur möglich ist. Im vorliegenden Beitrag werden die Möglichkeiten von Prognoseverfahren aufgezeigt und deren Grenzen diskutiert, wie sie insbesondere aus der jeweils zugrundeliegenden Modellbildung resultieren. Durch einen Vergleich von

Prognoseberechnungen mit Messwerten wird die Eignung der Berechnungsmethoden für verschiedene Einsatzgebiete kritisch geprüft.

Mi. 18:10 Beuth-Saal

Berechnung der Schalldämmung

Ein Verfahren zur Bestimmung der Wellengeschwindigkeit - Einganggröße für die Berechnung des Schalldämm-Maßes von Bauteilen

A. Meier

Müller-BBM GmbH

Für den bisherigen Rechenansatz gemäß DIN 4109 ist die flächenbezogene Masse von schweren Bauteilen das entscheidende Kriterium für das Schalldämm-Maß. Allerdings zeigten sich in den letzten Jahren im Rahmen von Schadensfällen am Bau und anschließenden Untersuchungen deutliche Abweichungen von dieser Regel. So wurde festgestellt, dass die elastischen Parameter eines Baustoffes, die u.a. in Form der Wellengeschwindigkeit ermittelt werden können, deutlich vom Erwartungswert abweichen können. Dies hat entsprechende Folgen für das Schalldämm-Maß: es können sowohl vergleichsweise niedrige als auch hohe Werte erzielt werden, wie durchgeführt Untersuchungen zeigen. Aus den Untersuchungen können Rückschlüsse auf schalltechnisch optimierte Produktionsprozesse von Baustoffen gezogen werden.

Der Beitrag berichtet über die entsprechende Anwendung eines Messverfahren an kleinen Materialproben und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf daraus erstellte Bauteile. Er erläutert, wie diese Ergebnisse bei der Berechnung der Schalldämmung angewendet werden kann.

Mi. 8:30 Grashof C 20

Adaptronische Ansätze

Energiefluss in dünnwandigen Strukturen

S. Buckert

TU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM

Betrachtet man die Strukturintensität, so können Energieflüsse in einfachen, dünnwandigen Strukturen sichtbar gemacht und die Auswirkungen passiver sowie aktiver Maßnahmen zur Schwingungsreduktion bewertet werden. Anhand eines Rahmen-Platte-Prüfstandes, der unterschiedliche Einspannungen der Platte ermöglicht, wurden mit einem Scanning-Laservibrometer Messungen der passiven, nicht geregelten Platte durchgeführt. Hierfür wurde die Platte mit einem Shaker zu Schwingungen angeregt, und die Auswirkungen der verschiedenen Randeinspannungen der Platte (momentenfreie Lagerung, feste Einspannung und dissipative Einspannung) auf den Energiefluss wurden untersucht. Darüber hinaus wurden Messungen mit aufgebrachten Dämpfungsbelägen unterschiedlicher Größe durchgeführt. Zuletzt wurden die Auswirkungen von Abkoppellementen auf den Energiefluss

und die Schallabstrahlung untersucht. Die Abkoppellemente wurden zwischen dem Rahmen und der Wandöffnung angebracht, in die der Prüfstand eingebaut ist. Verschiedene Methoden zur Betrachtung und Bewertung der Energie und des Energieflusses werden vorgestellt. Ziele dieses Projektes sind eine energetische Bewertung aktiv geregelter Systeme und das Herausarbeiten von Konstruktionshinweisen für die Auslegung aktiver Systeme.

Mi. 8:55 Grashof C 20

Adaptronische Ansätze

Simultane Optimierung von Tilgerparametern an einem Stabwerk

O. Janda^a, F. Plehn^b und L. Schewe^b

^aTU Darmstadt, Institut für Automatisierungstechnik; ^bTU Darmstadt, AG Optimierung

Tilger werden seit ca. 100 Jahren erfolgreich zur Schwingungsreduktion mechanischer Strukturen eingesetzt. Wir stellen Ergebnisse eines mathematischen Optimierungsverfahrens für die simultane Optimierung aller Tilgerparameter an einer realen Struktur vor. Dazu untersuchen wir ein Stabwerk, das im Rahmen des interdisziplinären Projekts AdRIA (Adaptronik-Research, Innovation, Application) entwickelt wurde. Bei der Tilgerauslegung gibt es grundsätzlich die Möglichkeit die Tilgereigenfrequenz auf die Frequenz einer harmonischen Störerregung (im englischen Sprachgebrauch "Neutralizer") oder auf eine Eigenfrequenz der Struktur abzustimmen ("Absorber"). Im zweiten Fall wird beim Einsatz mehrerer Tilger an einer Struktur i.d.R. jeder Tilger für sich auf eine andere Resonanzfrequenz der zu dämpfenden Struktur eingestellt. Dabei finden in der Praxis meist die klassischen Auslegungsregeln von Den Hartog Anwendung. Die Interaktion der Tilger untereinander wird dabei vernachlässigt. Die simultane Optimierung der Tilgerparameter aller Tilger, die an einer Struktur angebracht werden, ist Gegenstand aktueller Forschung. Bei unserem Ansatz wählen wir als Gütemaß die H_∞ -Norm der Störübertragungsfunktion des Systems. Die Minimierung der H_∞ -Norm erfolgt durch Lösen einer Bilinearen-Matrixungleichung (BMI). Vorwissen über den Ort und das Frequenzspektrum der Erregung kann bei der Problemformulierung berücksichtigt werden. Auf diese Weise wird die unter den gegebenen Randbedingungen optimale Tilgerauslegung bestimmt, die gekennzeichnet ist durch die Eigenfrequenzen und Dämpfungsmaße der Tilger.

Mi. 9:20 Grashof C 20

Adaptronische Ansätze

Design of a Smart Short Engine for Active Noise and Vibration Control Using Numerical MethodsS. Ringwelski^a, T. Luft^b und U. Gabbert^a^a*O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik;* ^b*O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Inst. für Mobile Systeme*

The objective of this paper is to design a smart car short engine comprised of a cylinder block and an oil pan with surface-attached piezoelectric actuators and sensors for active noise and vibration reduction using numerical methods. In the analyses the FEM is applied to model the structural behavior of the cylinder block and the oil pan as well as the surface-attached piezoelectric elements. At first uncoupled structural FE simulations of the short engine are presented, which are aimed to identify the most dominant mode shapes within a frequency range of 0-1200 Hz. Based on these results the definition of the actuator positions is performed. In a next step, a fully coupled electromechanical FE model is created by including the piezoelectric elements. Then, a velocity feedback control algorithm is implemented into the electromechanical FE analysis to provide a closed loop model. In order to evaluate the performance of the designed system, test simulations of the actively controlled engine are carried out in the frequency domain and the results are compared with experimental data. Additionally, the exterior noise radiation of the short engine is computed with the help of the BEM to examine the noise reduction efficiency of the designed system.

Mi. 9:45 Grashof C 20

Adaptronische Ansätze

Experimentelle Charakterisierung von piezoelektrischen Aktorsystemen für die aktive Lärm- und Schwingungsreduktion

T. Jungblut und D. Mayer

Fraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Um die Körperschallabstrahlung zu reduzieren, wird immer häufiger versucht, die anregende Maschine mittels eines aktiven Systems von ihrer Trägerstruktur zu entkoppeln. Hierfür sind zahlreiche Aktor- und Regelungskonzepte bekannt. Von großer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang unter anderen piezoelektrische Stapelaktoren. Um diese Aktoren mit ausreichend hoher elektrischer Energie zu versorgen, ist in der Regel eine Leistungsverstärkung der Steuersignale erforderlich. Insbesondere bei großen elektrischen Lasten sowie hohen Frequenzen und Amplituden der Ausgangssignale weisen die verwendeten Leistungsverstärker allerdings ein stark nichtlineares Verhalten auf. Da die erreichbare Performance des Gesamtsystems häufig durch die Verzerrungen in den Ausgangssignalen der Leistungsverstärkung begrenzt wird, ist für die Auslegung und Optimierung aktiver Lagerungen eine möglichst genaue Kenntnis bezüglich des dynamischen Verhaltens dieser kritischen Systemkomponente erforderlich. In diesem Beitrag wird ein Verfahren

zur experimentellen Charakterisierung nichtlinearer Systeme am Beispiel von piezoelektrischen Aktorsystemen, bestehend aus Leistungsverstärkung und Aktor, vorgestellt. Dieser automatisierbare Ansatz sieht sowohl die Messung des linearen Signalanteils als auch die Bestimmung der nichtlinearen Anteile in den Signalen für verschiedene Betriebspunkte in Abhängigkeit der Frequenz vor. Hierdurch wird die messtechnische Erfassung eines frequenzabhängigen Klirrfaktors ermöglicht. Die entsprechenden Messergebnisse werden präsentiert, diskutiert und mit Simulationsergebnissen verglichen. Um der bei Systemen zur aktiven Schwingungskontrolle üblicherweise starken Kopplung zwischen elektrischem und mechanischem Teilsystem Rechnung zu tragen, werden neben elektrischen hierbei auch mechanische Größen betrachtet.

Mi. 10:10 Grashof C 20

Adaptronische Ansätze

Simulationsbasierte und experimentelle Sensitivitätsanalysen eines adaptiven Systems

Y. Li^a, S.-O. Han^b und T. Pfeiffer^c

^aLOEWE-Zentrum AdRIA, Fachgebiet SzM, TU Darmstadt; ^bTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^cFraunhofer-Institut LBF, Darmstadt

Leichtbaukomponenten neigen in vielen Fällen zu unerwünschten Schwingungen und Schallabstrahlungen. Als eine Alternative zu den konventionellen passiven Maßnahmen bieten sich adaptive Systeme für die Reduktion dieser Schwingungen an. Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Systemgrößen ist es für die Auslegung, Optimierung sowie Zuverlässigkeitsanalyse solcher adaptiven Systeme wichtig, die das Systemverhalten dominierenden Einflussgrößen zu identifizieren und zu bewerten. Dies kann durch eine Sensitivitätsanalyse erfolgen. Das zu untersuchende Objekt ist eine aktiv lärmreduzierte PKW-Ölwanne. Mittels Piezoaktoren, -sensoren und einer geeigneten Regelung werden die Schwingungen des Ölwannebodens aktiv gedämpft und somit der über den Ölwanneboden abgestrahlte Lärm reduziert. In diesem Beitrag werden die Wirkungen verschiedener Einflussgrößen auf die Dämpfung der Ölwannebodenschwingung bei bestimmten Frequenzen sowohl durch experimentelle als auch durch simulationsbasierte Methoden untersucht. Die experimentelle Sensitivitätsanalyse des aktiven Ölwannebodensystems erfolgt nach der Methode der statistischen Versuchsplanung und -auswertung. Für die simulationsbasierte Sensitivitätsanalyse wird ein FE-Modell des aktiven Ölwannebodensystems erstellt. Mit diesem wird ein automatisierter Simulationsprozess, in dem verschiedene Programme miteinander interagieren, für die numerische Sensitivitätsbewertung aufgebaut. Nach der Sobol-Methode werden die Sensitivitätsindizes der Faktorgrößen berechnet. Abschließend werden die Wirkungen der Einflussgrößen quantitativ miteinander verglichen und die dominanten Effekte identifiziert.

Mi. 14:00 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Multi-speaker localization and tracking in a conferencing situation

A. Volgenandt und T. Rohdenburg

Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg

The position of the current speaker in a conferencing situation is valuable information that can be estimated by using multichannel microphone arrays. It can be used for an improvement of speech intelligibility signal quality by spatial filtering techniques, for steering a camera towards the active speaker or to identify the acoustic situation including the detection of multiple-speaker positions and the location of disturbing noises. In this presentation, different algorithms for speaker localization are compared in terms of their performance and robustness to reverberation and noise. Novel multi-source tracking techniques are developed which consider typical realistic situations of a video conference in reverberant environment.

Mi. 14:25 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Kompensationsverfahren zur messtechnischen Bestimmung der elektrischen Übertragungseigenschaften von hochqualitativen AudiosystemenD. Knobloch^{a,b} und W. Klippel^{a,b}^aKLIPPEL GmbH; ^bTU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Durch die Einführung der digitalen Signalverarbeitung auf leistungsfähigen Signalprozessoren mit Gleitkommaarithmetik begrenzen AD- und DA-Wandler und Komponenten der analogen Eingangs und Ausgangsstufen die Übertragungsqualität des Audiosystems. Die für die Entwicklung und Qualitätskontrolle dieser begrenzenden Komponenten erforderlichen Messgeräte müssen das Testsignal, als auch das Messsignal mit einer höheren Dynamik, einem besseren Signal-Rauschabstand und kleineren Verzerrungen generieren bzw. analysieren können als der Stand der Technik es erlaubt. Zur Generierung bzw. Analyse solcher Testsignale wird ein Konzept vorgestellt, welches es ermöglicht mit Empfindlichkeiten zu arbeiten, die jenseits der Grenzen im Messgerät verwendeter Bauteile liegen. Zur Kompensation der im Messpfad auftretenden Verzerrungen werden Lösungsansätze präsentiert und deren Realisierbarkeit diskutiert.

Mi. 14:50 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Cepstral Modulation Features for Classifying Audio Data

A. Nagathil und R. Martin

Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Kommunikationsakustik

A variety of static short-time features derived from different signal domains such as the time, frequency and cepstral domain has been proposed for the task of general audio and music classification within the last decade. Further, the importance of modeling the temporal evolution of audio signals for improving the classification performance was demonstrated in the literature. These methods, however, are often based on the static features which only give a rough description of the underlying signal. Therefore, we propose an alternative way of feature extraction in which we first represent the signal dynamics by means of a highly-resolved cepstral modulation spectrum based on which dynamic features are extracted for general audio and music classification. For discriminating speech, music and noise we obtain an average detection rate of 96%. Musical genres are classified correctly with an accuracy of 81%.

Mi. 15:15 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Direction-of-arrival estimation using auditory models employing pitch analysis

M. Klein-Hennig, M. Dietz, S. Ewert und V. Hohmann

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

For the estimation of the direction-of-arrival (DOA) of sounds from binaural signals, a computational algorithm based on a binaural auditory model was presented by Dietz et al. [NAG/DAGA, 1299-1300 (2009)]. In the present study, an extension of this DOA estimator with an algorithm for multiple source tracking based on particle filters [e.g., Särkkä et al., Information Fusion 8(1), 2-15 (2007)] is suggested and evaluated. The extended DOA estimator was able to successfully track independent movements of three concurrent speakers in the frontal, horizontal half-plane of a virtual acoustic space. To further improve the accuracy and robustness of speech source tracking and to simulate grouping mechanisms as employed by the human auditory system, a second extension of the model by an auditory-model-based pitch (fundamental frequency) estimator was investigated. The pitch estimator combines spectral and temporal information of the signal extracted from the excitation pattern and extracted by strobed temporal averaging, respectively.

Mi. 15:40 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Mehrkanaliges Verfahren zur Windgeräuschreduktion bei Hörgeräten mit binauraler Kompensation

S. Franz und J. Bitzer

Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.

Turbulente Luftströmungen an Hindernissen, wie Kopf und Ohrmuschel, können starke Windgeräusche bei Hörgeräten hervorrufen. Diese tieffrequenten, rauschhaften Geräusche können bei Hinter-dem-Ohr-Hörgeräten schon ab einer Windgeschwindigkeit von 5m/s bis zu 110dB SPL betragen. Sie werden meist als störend empfunden und führen zu einer Maskierung des Nutzsignals.

Im Rahmen des Forschungsprojektes Modellbasiertes Hörgerät wurde ein binaurales Verfahren zur Kompensation von Windgeräuschen entwickelt und auf dem Master Hearing Aid implementiert. Das von HörTech GmbH entwickelte Master Hearing Aid ist eine PC-Software und ermöglicht eine Audiosignalverarbeitung für Hörgeräte bei niedrigem Delay.

Der vorgestellte Algorithmus basiert auf einkanaliger Tieftonreduktion (Kates 2007) und einem zweikanaligen Korrelationsdetektor (Elko 2003) zur Winddetektion und -reduktion. Als neues Verfahren wird die binaurale Kopplung mehrkanaliger Hörgeräte zur Kompensation der Windgeräusche vorgestellt. Der Algorithmus nutzt den Effekt, dass bei seitlich einfallenden Wind vornehmlich Windgeräusche auf dem abgewandten Ohr auftreten. Die binaurale Kopplung ermöglicht so eine Verbesserung der Nutzsignalqualität.

- Elko, G (2003): Reducing noise in audio systems. U.S. Patent Application No. US 2003/0147538 A1. Published August, 2003

- Kates, J. M. (2007): A hearing aid with suppression of wind noise. U.S. Patent Application No. 20070030989, issued February, 2007

Mi. 16:30 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Cepstrum-based estimation of resonance frequencies (formants) in high-pitch singing signals

C. Zarras^a, K. Pasiadis^b, G. Papadelis^b und G. Papanikolaou^a

^a*Aristotle University of Thessaloniki, Electrical & Computer Eng.;*

^b*Aristotle University of Thessaloniki, Dept. of Music Studies*

The estimation of the vocal tract filter's resonance frequencies from acoustic voice signals has been widely employed and various methods have been proposed. Among them, a number of cepstrum based techniques have been implemented to disentangle the voice's spectral envelope from the harmonic components. Noticeably less research has been conducted for voices with higher fundamental frequency, as in singing (e.g. soprano voices). In such cases, the estimation of the spectral envelope is affected by the presence of cepstral harmonics, which are interleaved with spectral envelope information, at lower order cepstral

coefficients, and hence limit the available information for spectral envelope estimation. In this paper, some new techniques based on cancellation of harmonics, rather than hard limiting, are proposed and examined for their effectiveness in maintaining the spectral envelope information. Both straightforward implementations and iterative procedures are considered and simulation results for various configurations of F0 and formant frequencies are presented. These preliminary examinations allow the evaluation of effects of various acoustical and signal processing factors on estimation accuracy and assess the feasibility of the proposed approaches for use with high fundamental frequency signals, such as singing, and in other similar fields of interest in musical acoustics.

Mi. 16:55 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Super-Wideband Bandwidth Extension for Wideband Audio Codecs Using Switched Spectral Replication and Pitch Synthesis

B. Geiser, H. Krüger und P. Vary

Institute of Comm. Systems and Data Proc. (IND), RWTH Aachen

This paper describes a new bandwidth extension algorithm which is targeted at high quality audio communication over IP networks. The algorithm is also part of the Huawei/ETRI candidate for the ITU-T super-wideband (SWB) extensions of Rec. G.729.1 and G.718. In the codec, the 7-14 kHz frequency band of speech and audio signals is represented in terms of temporal and spectral envelopes. This description is encoded and transmitted to the decoder. In addition, the input signal's fine structure is analyzed and compactly encoded. From this compact information, the decoder can regenerate the 7-14 kHz fine structure either by spectral replication or by pitch synthesis. Then, an adaptive envelope restoration procedure is employed. The algorithm operates in the MDCT domain to allow subsequent refinement coding by vector quantization of spectral coefficients. In the paper, relevant listening test results for the G.729.1-SWB candidate codec that have been obtained during the ITU-T standardization process are summarized. Good audio quality could be shown for both speech and music signals.

Mi. 17:20 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Methods for De-noising Impulse Response 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. But during the measurements, the systems are disturbed by external noise, (e.g. random noise, traffic noise or machine noise); therefore the signal-to-noise ratio (SNR) is not sufficient. Generally, there are two methods to de-noise: one is by making the excitation signals such as MLS or sweeps longer; the other is to repeat and average the sampled block periods. However, sometimes we can not make a very long sweep, for instance, since the memory of a portable device is

limited. Averaging may fail due to time variances, particularly outdoors. Thus we aim to use single block periods and to do the measurement only once. For improvement of SNR we tried several signal processing methods. As for the constant surrounding machine's noises, the time-variant filter is employed, and wavelet de-noising algorithms is considered. As for the instantaneous noise, where the frequency range overlaps with the sweep frequency range unpredictably, microphone arrays and inter-correlation based de-noising algorithms used in source separation techniques are also considered. In the presentation some examples and first solutions are shown and discussed.

Mi. 17:45 Grashof C 20

Signalverarbeitung

Objective quality measures for dereverberation methods based on room impulse response equalization

E. Albertin, J. RENNIES und S. Goetze

Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie, Oldenburg

Hands-free communication devices are commonly used e.g. in offices or car environments. These devices have to cope with several problems such as ambient noise, acoustic echoes and room reverberation. Reverberation is caused by reflections at room boundaries in closed spaces and increases with the spatial distance between the loudspeaker and the near-end user. A high amount of reverberation decreases speech intelligibility at the position of the near-end speaker. Listening-room compensation (LRC) can be used to reduce the influence of reverberation on acoustic signals. However, such algorithms may have an impact on the perception of the sound quality of the dereverberated signals. In this contribution the performance of dereverberation algorithms will be analysed. The evaluation of the sound quality of the dereverberated signals was done by the subjective listening tests. Additionally, the objective judgement of the dereverberated signals was accomplished by using different objective measures that are expected to be able to assess the quality of the LRC algorithms. The objective measures were classified in two different classes: measures that are based on the impulse response of the system and measures that are based on the signals. The results of the objective and subjective evaluation will be compared by correlation analysis.

Mi. 18:10 Grashof C 20

Signalverarbeitung

**Audio-visuelle Identifikation ungewöhnlicher Ereignisse -
das DIRAC Projekt**J. Anemüller^a, J.-H. Bach^a, L. van Gool^b, H. Kayser^a, W. Moreau^b und
S. Wabnik^c^a*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg;* ^b*KU
Leuven, ESAT-PSI/VISICS;* ^c*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Au-
diotechnologie, Oldenburg*

Das von der EU geförderte Projekt DIRAC ("Detection and Identifikation of Rare Audio-Visual Cues") hat zum Ziel, in audio-visuellen Szenarien Situationen zu identifizieren, die unerwartete Ereignisse enthalten. "Unerwartet" bezieht sich hier darauf, dass die identifizierten akustischen und visuellen Objekte sich nicht zu einer kongruenten Gesamtscene fusionieren lassen, da "Widersprüche" wie z. B. ungewöhnliche und nicht-kongruente Positionen oder Identitäten akustischer und visueller Objektanteile existieren. Diese Fragestellung ist in verschiedenen Monitoring Anwendungen relevant, etwa zur Überwachung hilfsbedürftiger Personen in Wohnumgebungen, sowie im Sicherheitsbereich. Zur Untersuchung mit realen Daten wurde die mobile audio-visuelle Plattform AWEAR konstruiert, die Vierkanalmikrophonie mit omnidirektionen Stereokameras kombiniert. In diesem Beitrag werden theoretische und technische Aspekte der Verarbeitung so gewonnener Szenen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der akustischen Szenenanalyse mit Lokalisations- und Klassifikationsmethoden. Die audio-visuellen Aufnahmen sind für Forschungszwecke frei verfügbar unter www.diracproject.org.

Mittwoch

Signalverarbeitung (Poster)

Acoustic clustering for vehicle based soundsS. Twieg^a und B.J. Zimmermann^b^a*Volkswagen Aktiengesellschaft;* ^b*AutoVision GmbH*

Next to claims on arrangement, design and comfort of the vehicle especially the quality control requirements rose over the decades of the car evolution. In order to be able to do a clear statement about the quality of a product, defined quality criteria and both reproducible and objective methods of measurement are required. Experts can assign depending on their foreknowledge noticeable noises to the causes. An objective assessment and allocation through mathematical methods is up to now only restrictedly possible. Main object in this study is a database with acoustic measurements that include various noise changes. The records vary in the environment parameters, as for example vehicle speed or road subsoil and the components emitting acoustically. In a training and test trial the clustering methodology is checked as objective method and afterwards the performance at unknown noises determined.

Mi. 8:30 Grashof C 24

Lärmschutz

Messverfahren zur Bestimmung der Geräuschemission von Windenergieanlagen

S. Martinez, Z. Hu und W. Kurtz

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH

Diese Untersuchung erfolgte in einer Zusammenarbeit der FH Bingen (Prof. Dr. G. - R. Sinambari) und dem TÜV Rheinland. Das Ziel war, das Messverfahren zur Bestimmung des immissionsrelevanten Schallleistungspegels LWA von Windenergieanlagen (WEA) nach DIN EN 61400-11 zu vereinfachen. Hierzu wurde der Schallleistungspegel LWA einer Windenergieanlage (Turmhöhe 100m, Leistungsklasse 1,5 MW) simultan nach DIN EN 61400-11 (Grenzflächenmikrofon mit harter Platte) und in Anlehnung an DIN ISO 9613-2 (Freifeldmikrofone auf Stativ, Mikrofonhöhe 2m und 4m über Boden) an der gleichen Messposition bestimmt. Der Standort der WEA ist ein ebenes Gelände mit Ackerboden und (zur Zeit der Schallpegelmessungen) niedrigem Bewuchs (Wintergetreide). An den drei Mikrofonpositionen wird betragsmäßig der gleiche Schallleistungspegel LWA gemessen (Differenzen kleiner als 0,5 dB). Die Schlussfolgerung ist, dass unter bestimmten Voraussetzungen auf die Verwendung des Grenzflächenmikrofons verzichtet werden kann. Für die Bestimmung der A- Schallleistungspegel von WEA wird ein vereinfachtes Verfahren vorgeschlagen. Bei abgeschalteter WEA wurden in der gleichen Messkonfiguration die sich ergebenden Schallimmissionspegel bei Anregung mit Hilfe einer bodennahen Schallquelle (Lautsprecher, Höhe 2m, gleicher Abstand zur WEA) ermittelt. Ohne Lautsprecheranregung wurde das Geräusch von einer weit entfernten WEA gleichen Typs bestimmt. Diese Ergebnisse führen zur Erkenntnis, dass zum Verständnis der Schallausbreitung von hoch liegenden Schallquellen weiterhin Forschungsbedarf besteht.

Mi. 8:55 Grashof C 24

Lärmschutz

Werkzeuge für das Lärmmanagement auf Schießplätzen

F. Hammelmann und K.-W. Hirsch

Cervus Consult

Das tägliche Lärmmanagement nach den Lärmmanagementregelungen des BMVg (LMR) auf einem Schießplatz ist nur möglich, wenn dem Betreiber Werkzeuge (Programme) zur Verfügung gestellt werden, die das Lärmmanagement in die Betriebsführung des Schießplatzes integrieren. Diese Werkzeuge müssen den Planungsvorgang auf einem Schießplatz praxisgerecht abbilden und dem Planer schnell und sachgerecht Informationen über die Auswirkung der aktuellen Planung auf die Lärmbelastung bereitstellen.

Das Programmmodul *Manager* der *WinLarm* Suite nutzt die gesamten in den Datenbanken der Suite vorgehaltenen Informationen über die möglichen Emissionssituationen auf dem Platz, über die Übungsszenarien,

über die Schusskonfigurationen (Waffensysteme, Waffen und Munitionen) und ihre akustischen Parameter, über die Topographie und die Lage der Wohnplätze in der Nachbarschaft, um zeitnah die Lärmkriterien zu berechnen und ihre Konsequenzen auf den Schießbetrieb graphisch darzustellen.

Der Vortrag präsentiert die Umsetzung der wesentlichen Anforderungen an das Modul *Manager* und erläutert den Einsatz während der Planung und Durchführung der Schießvorhaben auf einem Schießplatz.

Mi. 9:20 Grashof C 24

Lärmschutz

Verwendung des zweidimensionalen Kanals in der Berechnung des gebeugten Schallfeldes bei zweidimensionalen Problemen

D.E. Mena Zamorano und M. Möser

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Bis heute wird das akustische Beugungsfeld hinter Reflektoren wie Schallschutzwänden, Schallschutzwällen, Gebäuden etc. mit Hilfe einer sehr einfachen aber keineswegs immer richtigen Näherungsrechnung bestimmt. Gegenstand der Arbeit ist es, hier Abhilfe zu schaffen und genauere Berechnungsverfahren anzugeben. Um das akustische Beugungsfeld zu berechnen, wird der zweidimensionale Kanal verwendet, dessen eine Wand vollkommen absorbierend (Luftimpedanz) ist, während die andere - bezeichnet als Boden - mit einer bestimmten Wandimpedanz versehen ist. Die numerischen Ergebnisse zeigen, dass ab einer bestimmten Kanalbreite und bei kleinen Abstände zur Quelle die obere Oberflächenimpedanz des Kanals keinen Einfluss auf den Schalldruck hat. In dieser Arbeit werden die Beugungsfelder folgender Konfigurationen berechnet: "Berechnung der Beugungsfelder von Kombinationen mehrerer Schallschutzwände, Mehrfachbeugung" und "Berechnung der Beugungsfelder von komplexen geometrischen Formen".

Mi. 9:45 Grashof C 24

Lärmschutz

Blockheizkraftwerke: Stand der Lärminderungstechnik und Probleme durch tieffrequente Geräusche

W. Böhm und J. Danner

Müller-BBM GmbH

Im Rahmen eines Forschungsvorhaben zur Feststellung des Standes der Technik auf dem Gebiet der Emissionsminderung bei Blockheizkraftwerken (BHKW) wurden Emissionsdaten zusammengetragen (UBA Förderkennzeichen 3708 44 300/05). Die Datenerhebung stützt sich auf Ergebnisse eigener Messungen sowie auf Angaben von Motorherstellern. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag beim Abgasschall der Motoren, da insbesondere unzulängliche Abgasschalldämpfer häufig Anlass zu Lärmbeschwerden in der Nachbarschaft geben. In diesem Zusammenhang werden die Besonderheiten der Geräusche von Verbrennungsmotoren mit ausgeprägten tieffrequenten Anteilen in Bezug auf

Messung und Bewertung sowie gezielte Schallschutzmaßnahmen erläutert. Zur sachgerechten Einschätzung der im Umfeld von BHKW anzutreffenden Geräuschsituation wird ein Verfahren zur Ermittlung der Störwirkung tieffrequenter und tonaler Abgasgeräusche vorgeschlagen und beschrieben. Es werden die für tieffrequente Geräusche anzusetzenden Bewertungsgrundsätze der DIN 45680 mit Freifeld-Schalldruckpegeln verknüpft. Damit bedarf dieses Verfahren eines geringeren Aufwandes als das normgerechte Messverfahren. Ein weiterer Vorzug ist die Möglichkeit seiner Anwendung in der Planungsphase, da anhand von Motordaten eine rechnerische Aussage zu möglichen Störwirkungen getroffen werden kann. Des weiteren werden die vom Motorengehäuse im Verbund mit dem Generator als Modul direkt abgestrahlten Geräusche beschrieben und entsprechend der Motorleistung klassifiziert, und es werden Möglichkeiten des Schallschutzes genannt.

Mi. 10:10 Grashof C 24

Lärmschutz

Ruhehörschwellenmessungen an Studenten

G. Krump

Hochschule Deggendorf

Die Lärmbelastung nimmt gerade bei jungen Leuten durch hohe Beschallungspegel bei Veranstaltungen, laute Kopfhörerdarbietungen von portablen Abspielgeräten oder hohe Lautsprecherpegel in Fahrzeugen und im Heimbereich immer mehr zu. Um Tendenzen und Auswirkungen feststellen zu können, wurde die Ruhehörschwelle von 200 Studierenden der Hochschule Deggendorf mit pendelndem Einregeln nach Békésy gemessen und das Konsumverhalten mit einem Fragebogen untersucht. Hierbei wurden unter anderem übliche Beschallungsart und -dauer, Einschätzung der Lärmbelastung in verschiedenen Umgebungssituationen, Lärminformation, Gehörprobleme (Tinnitus), Gehörschutz und spezielles Musikverhalten (Musiker) hinterfragt. Die Ergebnisse der Befragung werden vorgestellt, mit der individuellen Ruhehörschwelle korreliert und mit Literaturodaten verglichen.

Mi. 14:00 Grashof C 24

Lärmschutz

Urbaner Strassenlärm verursacht 75% der Lärmbelasteten in der Schweiz - was tun wir?

T. Meloni

Bundesamt für Umwelt BAFU

Die schweizerische Lärmbelastung ist durch die Städte und Agglomerationen bestimmt. Sowohl die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz SonBase als auch eine Datenbank über den Stand der Strassenlärmsanierungen weisen darauf hin, dass eine Million Personen d.h. etwa jede/r Siebte in der Schweiz mit übermässigem urbanem Strassenlärm belastet ist. Die Massnahmen im innerstädtischen Bereich müssen mit den baulichen Gegebenheiten konform sein. Lärmschutzwände sind nur in vereinzelten Fällen möglich. Unabhängig, ob die Massnahmen an neuen, geänderten oder bestehenden Strassen notwendig sind, stehen Massnahmen an

der Quelle im Vordergrund. In diesem Sinne soll der Einsatz von lärmarmen Strassenbelägen angestrebt werden. Der Stand eines nationalen Forschungsvorhabens über "Lärmarme Strassenbeläge innerorts" und der Ansatz einer Umsetzung werden dargelegt. Ebenso quellenseitig ist aktuell eine Informationskampagne geplant, die den Kauf von bereits heute bestehenden leisen PKW-Reifen im Angebot fördern soll. Neben verkehrslenkenden Massnahmen bleiben noch als Ersatzmassnahme - "Ersatz" aus begründeter Sicht der schweizerischen Gesetzgebung - die Schallschutzfenster. Diese kommen aktuell häufig zur Anwendung.

Mi. 14:25 Grashof C 24

Lärmschutz

Vorbeifahrtpegel von Straßenfahrzeugen

W. Bartolomaeus

Bundesanstalt für Straßenwesen

Der Einfluss von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche wird u. a. mit dem Statistischen Vorbeifahrtverfahren der ISO 11819-1 in der MessgröÙe L_{AFmax} ermittelt. Daraus abgeleitet wird der äquivalent A-bewertete Dauerschallpegel L_{AT} , der EingangsgröÙe des Allgemeinen Berechnungsverfahrens zur Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien nach ISO 9613-2 ist. Vorausgesetzt wird oft, dass das einzelne Fahrzeug als kohärente Punktschallquelle modelliert werden kann, bzw. dass die Straße eine inkohärente Linienschallquelle darstellt. Dabei wird meist auch keine Richtcharakteristik angesetzt. Wie auf der letzten DA-GA gezeigt, können diese bei Simulationsprogrammen der Schallausbreitung (z. B. BEM) und zunehmend auch bei Schallausbreitungsprogrammen (z. B. NORD 2000) getroffenen Annahmen nicht als allgemein gültig angenommen werden, auch wenn im A-bewerteten Ergebnis solcher Rechnungen häufig nur geringe Abweichungen zur Realität bestehen. Mit einem vereinfachten Ersatzmodell soll die Schallabstrahlung vorbeifahrender Fahrzeuge in Frequenzbändern analysiert werden. Dabei sollen die Phänomene Richtcharakteristik und Kohärenz berücksichtigt werden. In einem zweiten Schritt soll in einer Synthese der Vorbeifahrtpegel generiert werden, der bis auf statistische Schwankungen dem gemessenen Pegelverlauf entspricht. Mit solch einem Modell kann die Übertragung vom L_{AFmax} zum L_{AT} ohne allzu viele Einschränkungen durchgeführt werden, z. B. auch für offenporige Straßenoberflächen.

Mittwoch

Lärmschutz (Poster)

Schätzung von Langzeit-Mittelungsepegeln

W. Batko

University of Science and Technology, Krakow

Für die Vorbereitung von Lärmschutzprogrammen und Lärmminde-
rungsmaßnahmen werden Kenntnisse über das akustische Umfeld not-
wendig, die durch die Langzeit-Mittelungsepegel L_{den} und L_n beschrie-
ben werden. Diese Pegel wurden aus den Werten Lärmindizes $L_{den,i}$
und $L_{n,i}$; (Tageswert, $i = 1, 2, \dots, 365$) ermittelt, die für ein ganzes Jahr
am Messort aufgenommen wurden. Für eine richtige Auswertung sol-
cher Daten benötigt man Schätzwerte und deren Varianz, die aus der
logarithmischen Mittelung eines begrenzten Messausschnitts ermittelt
wurden. Dafür werden die Daten anhand eines vorher vorbereiteten Zeit-
planes für stichprobenartige - kurzzeitige Kontrollversuche aus der un-
tersuchten Umwelt gewählt.

In dem Beitrag wird ein Lösungsvorschlag mit einer Methode vorgestellt,
die auf Zeitreihentheorie basiert. Dafür wurde ein adaptives Modell des
exponentiellen Ausgleichs angewendet. Daher werden hier das Modell,
der Realisierungsalgorithmus und die Annahmen bei der Durchführung
des Experiments ausführlich beschrieben. Danach werden die funktion-
ellen Eigenschaften der dargestellten Methode erläutert. Es wurde ein
Vergleich zwischen dem Vorschlag und den Messdaten aus der zeitkon-
tinuierlichen Lärmkartierung des Straßenverkehrs an einer Verkehrsader
in Krakau durchgeführt und analysiert. Dieses Ergebnis wird hier prä-
sentiert.

Mittwoch

Lärmschutz (Poster)

Einfluss der Atmosphäre bei Prognose und Messung von Schall- immission

M. Wilsdorf und A. Ziemann

Universität Leipzig, Institut für Meteorologie

Die Eigenschaften der Ausbreitung von Schallwellen in der Atmosphä-
re hängen wesentlich von den meteorologischen Größen Temperatur
und Windvektor ab. Vertikale Gradienten dieser Größen bewirken eine
Brechung des Schalls und beeinflussen damit die entfernungsabhängi-
ge Dämpfung von Schallpegeln. Sie bewirken eine Richtungs- und Ge-
schwindigkeitsänderung der Schallwellen. Mit Hilfe des Schallstrahlen-
modells SMART (Sound propagation Model of the Atmosphere using
Ray-Tracing) werden Schallpegeldämpfungen berechnet, wobei in die-
sen Berechnun-gen die Auswirkungen der meteorologischen Verhält-
nisse auf die Schallausbreitung in der Atmosphäre berücksichtigt wer-
den. Diese Berechnungen erlauben einerseits eine schnelle Schallim-
missionsprognose für aktuelle oder prognostizierte Schallausbreitungs-
situationen, andererseits besteht mit ihnen die Möglichkeit einer Re-
gionalisierung eines Gebietes in schallklimatologisch "ähnliche" Teilge-
biete. Um frühere Untersuchungsergebnisse zu verallgemeinern, wird

der Einfluss der tages- und jahreszeitlich variierenden vertikalen Struktur der atmosphärischen Grenzschicht auf die Schallausbreitung untersucht. Die den Ausbreitungsrechnungen zugrunde liegenden meteorologischen Eingangsdaten wurden in der Vergangenheit über Radiosondenstationen gewonnen und sollen in Zukunft auch durch Modelldaten unterstützt werden. Hierzu werden erste Ergebnisse hinsichtlich der Frage der Übereinstimmung von Schallausbreitungsrechnungen mittels Messdaten (Radiosonde) und Modelldaten präsentiert.

Mittwoch

Lärmschutz (Poster)

Schalltechnische "Immissionsrelevanz" als Mittel strategischer Werksplanung

A. Frahm

Imakum GmbH

Den Schallimmissionsschutz in der Werksumgebung zu sichern ist ein nicht zu unterschätzendes Firmenziel. Anstatt von Fall zu Fall unter Sachzwang und Zeitdruck Entscheidungen zu treffen und Maßnahmen umzusetzen, kann mit probaten Mitteln eine strategische Vorgehensweise entwickelt werden, die langfristig zur Standortsicherung beiträgt. Dies basiert auf einer Kenntnis der relevanten Schallquellen aus einer dementsprechenden Erhebung und der Erstellung eines Schallausbreitungsmodells vom Werk und seiner Umgebung. Falls ein betriebliches Lärminformationssystem (BLIS) geführt wird, liegen bereits alle erforderlichen Basisdaten vor. Mit Hilfe der im Artikel als Differenz zwischen Immissionsrichtwert und Immissionsanteil definierten "Immissionsrelevanz", lassen sich die richtwertrelevanten Einflussstärken der einzelnen Schallquellen auf die schutzbedürftige Umgebung darlegen. Neben der üblichen Tabellenform (Ranking der Schallquellen) bietet sich hiermit eine farblich abgestufte Darstellung im Werkslageplan an. Diese Immissionsrelevanz-Karte ist Grundlage einer strategischen schalltechnischen Planung. Sie kann zum Beispiel für gewünschte Zonierungen durch eine Kartendarstellung einer "prinzipiellen Immissionsrelevanz" ergänzt werden. Hierbei werden nicht die tatsächlich vorhandenen Schallquellen verwendet, sondern das gesamte Schallausbreitungsmodell innerhalb der Werksgrenze wird mit einem Schallquellennetz überzogen. Durch die kartenförmige und farbliche Darstellung lassen sich die Grundlagen einer strategischen schalltechnischen Planung (zum Beispiel ein Schallaktionsplan) vor Entscheidungsgremien anschaulich erläutern.

Mittwoch

Lärmschutz (Poster)

A study on enhancement of existing noise barriers in railways

H.-I. Koh^a, J.-H. Cho^a und M. Möser^b

^aKorea Railroad Research Institute; ^bTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Within the framework of a research project "Noise and vibration reduction technology development for speed increase in railways" which is

supported by the Ministry of Knowledge Economy, conventional Korean railway noise barriers have been studied with the purpose of the enhancement of the shielding performance. Main research objects for the technical improvement are incidencing noise from upper part of high speed trains and the low frequency noise radiated by diesel locomotives. Another issue is the high positioned receiver points at the high-rise buildings. First the noise characteristics and environment of several civil claim sites are investigated by means of measurement and noise map. With theoretical models and analytical studies the effects of variation in the acoustical impedance of the upper edge on the improvement efficiency are investigated. The results at different critical receiver points for target frequencies are shown and possible acoustical concepts for the additional edge devices are discussed.

Mi. 15:15 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

Physiologische und subjektive Reaktionen auf Kfz-Vorbeifahrgeräusche - Einfluss von Alter und Geschlecht

R. Schmook, G. Notbohm und S. Schwarze

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

In früheren Laborstudien des EU-Projekts SVEN wurde gezeigt, dass leichte Modifikationen von Kfz-Vorbeifahrgeräuschen im Sinne einer veränderten Sound Quality zu deutlichen Unterschieden in den Reaktionen von Versuchspersonen führen können. Dabei fielen die physiologischen und psychologischen Reaktionen nicht immer gleichsinnig aus: Bei einigen Geräuschen war die höhere physiologische Aktivierung mit relativ positiven subjektiven Bewertungen verbunden. Als mögliche Ursache wurde eine besondere Affinität zu kraftvollen Motorgeräuschen in der Stichprobe männlicher Studenten vermutet.

Zur Überprüfung dieser Zusammenhänge wurde der Einfluss von Alter und Geschlecht bei den Reaktionen auf Kfz-Außengeräusche systematisch in einer neuen Laborstudie untersucht, an der insgesamt 66 männliche und weibliche Probanden in den Altersklassen 20 - 30 Jahre und 40 - 55 Jahre teilnahmen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen deutlichen Auswirkungen der Faktoren "Alter" und "Geschlecht" sowohl auf der physiologischen wie subjektiven Ebene. Über alle acht Vorbeifahrgeräusche berechnet, gibt es signifikante Unterschiede in der Veränderung der peripheren Durchblutung (Fingerpulsamplitude) und der Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht und teilweise auch vom Alter. Auch in den Bewertungen der Geräusche per Fragebogen zeigt sich ein deutlicher Effekt des Geschlechts und zusätzlich ein Alterseffekt.

Diese ersten Ergebnisse machen deutlich, dass die subjektiv erlebte Sound Quality von Kfz-Außengeräuschen individuell sehr variiert und dabei stark von Alter und Geschlecht abhängt.

Mi. 15:40 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

Mathematische Verfahren zur Bewertung und zum Vergleich von Befragungen zur Verkehrslärm-Lästigkeit

D. Windelberg

Leibniz Univ. Hannover, Institut für Algebra und Zahlentheorie

Schienenverkehrslärm hat in seiner mathematischen Beschreibung eine große Ähnlichkeit mit Flugverkehrslärm, da bei beiden Lärmarten der Unterschied zwischen einem Mittelungspegel (wie dem L_{day} , dem L_{DEN} oder dem L_{night}) und einem Vorbeifahrpegel meist größer ist als bei Straßenverkehrslärm. Dennoch werden oft Mittelungspegel von Schienen- mit denen von Straßenverkehrslärm verglichen. - In diesem Vortrag werden verschiedene Verfahren zur Beschreibung und zum Vergleich von Daten einer Befragung zur Lästigkeit von Schienen-, Flug- und Straßenverkehrslärm bewertet. Zur Beschreibung einer Verkehrslärm-Lästigkeit wird gezeigt, dass Geraden einer linearen Regression für jede der genannten Verkehrsarten mathematisch ungeeignet sind, da dadurch der falsche Eindruck erweckt wird, dass zwischen Mittelungspegeln und Lästigkeit ein linearer Zusammenhang besteht. Es werden daher mathematisch bessere Lösungen für die Beschreibung einer Verkehrslärm-Lästigkeit angegeben. Auch die Streuung der Antworten auf Befragungen wird in der Beschreibung berücksichtigt. Dabei zeigt sich, dass nicht nur zwischen der Lästigkeit am Tag und der während der Nacht Unterschiede auftreten, sondern auch zwischen der Tageszeit von 06 bis 18 Uhr und der "lärmsensiblen" Tageszeit von 18 bis 22 Uhr. Für eine ausführlich dokumentierte Untersuchung der Lästigkeit von Straßen- und Schienenverkehrslärm während der "lärmsensiblen" Tageszeit (von 18 bis 22 Uhr) werden die zuvor eingeführten Beschreibungen demonstriert und bezüglich verschiedener Bonus- und Malus-Aussagen diskutiert.

Mi. 16:05 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

Untersuchungen zur akustischen Störwirkung von Kreuzungspunkten im Rahmen der Überarbeitung der RLS-90

A. Fiebig und T. Papenfus

HEAD acoustics GmbH

Mehr als die Hälfte der Bevölkerung in der EU fühlt sich durch Verkehrslärm belästigt oder befürchtet direkte Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden. Mit den Bestrebungen im Rahmen der Umgebungslärmrichtlinie zur Verringerung der Lärmbelastung sowie Lärmbelästigung wurden das Anfertigen von strategischen Lärmkarten und das Aufstellen von Lärmaktionsplänen forciert. Mit Hilfe der Lärmkarten werden unter anderem die Belastungen von Anwohnern in der Nähe von stark befahrenen Straßen bestimmt und hinsichtlich notwendigen Handlungsbedarfes interpretiert. Allerdings ist dabei festzustellen, dass die

ermittelten Schalldruckpegel nicht hinreichend die tatsächlich empfundene Belästigung widerspiegeln. Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass spezielle Verkehrssituationen hinsichtlich des Belästigungspotentials mit dem energieäquivalenten Dauerschallpegel LAeq nicht ausreichend beschrieben werden. Daher wurde durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) bzw. diese vertretend durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ein Forschungsprojekt zur Untersuchung der erhöhten Störwirkung von Lichtsignalanlagen an Kreuzungen, Einmündungen und an Kreisverkehren initiiert. In dieser Studie wurde die wahrgenommene Belästigung verschiedener Straßenverkehrsgeräusche, die aus unterschiedlichen Verkehrsszenarien resultierten, untersucht und potentielle Pegelzu- und -abschläge für spezifische Verkehrssituationen erörtert. Der Vortrag stellt wesentliche Ergebnisse aus einer Laboruntersuchung zur Wahrnehmung und Beurteilung von Straßenverkehrsgeräuschen dar.

Mi. 16:30 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

Beurteilen von Fahrzeuginnenraumgeräuschen durch das Quantifizieren emotionaler Reaktionen

O. Jung

Adam Opel GmbH

Akustische Stimuli sind in der Lage, starke emotionale Reaktionen hervorzurufen. Dies gilt sowohl für Musik als auch für eher technische Geräusche von Maschinen und Produkten. Dabei spielen die individuellen Erfahrungen und Vorlieben der jeweiligen Personen ebenso eine Rolle wie der Kontext und die physikalischen Eigenschaften der akustischen Ereignisse.

In der hier vorgestellten Arbeit werden in einem Laborversuch die emotionalen Reaktionen auf verschiedene Fahrzeuginnenraumgeräusche untersucht, die bei gängigen Fahrsituationen auftreten. Die Probanden geben hierbei eine Selbstauskunft mit Hilfe einer non-verbalen, grafischen Skala, dem sogenannten "Self-Assessment-Manikin" (SAM). Dieses Verfahren ermittelt die momentanen affektiven Empfindungen der Versuchspersonen in drei vorgegebenen Dimensionen. Dadurch wird eine Quantifizierung dieser Reaktionen auf die getesteten quasi-stationären und nicht-stationären Geräusche ermöglicht. Ferner werden Zusammenhänge zwischen den ermittelten Werten des SAM und akustischen Merkmalen sowie psychoakustischen Metriken betrachtet.

Mi. 16:55 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

”Wieviel Realität braucht der Mensch?” - Kriterien zur Bestimmung und Quantifizierung der ökologischen Validität von HörversuchenJ. Steffens^a, B. Schulte-Fortkamp^a und J. Becker-Schweitzer^b^a*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;*^b*Fachhochschule Düsseldorf, ISAVE*

Im industriellen Sounddesign werden immer häufiger Simulationen zur Erforschung der akustischen Qualität von Produkten eingesetzt. In vielen Fällen ist dabei eine Diskrepanz von Geräuschbewertungen im Labor zu solchen in Feldversuchen zu beobachten. Die Versuchspersonen werden in der Regel in abstrakte Erlebniswelten geführt, die ihren Alltagswahrnehmungen und Vorerfahrungen sowie ihrer gewohnten Handlungsautonomie nicht gerecht werden. Dieser Beitrag stellt eine psychoakustische Untersuchung von Haushaltsgeräten vor, in der gezielt verschiedene Versuchsszenarien mit unterschiedlichen Realitätsgraden miteinander verglichen und der Einfluss der Wirklichkeitsnähe auf die Geräuschbewertung ermittelt wurde. Ferner wird ein Fragebogen vorgestellt, der diejenigen Faktoren beleuchtet, die einen mutmaßlichen Beitrag zur sog. ökologischen Validität leisten. Diese ist sichergestellt, wenn die Ergebnisse einer Laboruntersuchung auf die individuellen Alltagssituationen der Versuchsteilnehmer übertragbar sind. Der Fragebogen soll in Zukunft als ”Werkzeug” herangezogen werden, um die Güte von Hörversuchen im akustischen Produktdesign zu quantifizieren.

Mi. 17:20 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

Beurteilung eines Flugzeuginnengeräuschs in Abhängigkeit von der Kabinen-Farbgestaltung

I. Holube, I. Eilers, A. Escher, A. Klein, F. Kramer, L. Wilholt und F. Wolters

Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.

Zur Untersuchung der Wahrnehmung eines Flugzeuginnengeräuschs in Abhängigkeit von der Farbgestaltung der Kabinen wurden zwei audiovisuelle Tests webbasiert von ungeübten Probanden online durchgeführt. Der erste Test bestand aus einem Paarvergleich, bei dem der lautere von zwei Stimuli mit identischem Pegel, aber in der Farbe unterschiedlichem Bild einer Flugzeugkabine (blau, gelb, rot, grün) ausgewählt werden musste. Im zweiten Test wurden zwölf verschiedene Farb-Pegel-Kombinationen mit Hilfe des semantischen Differentials eingestuft. Dazu wurden fünf bipolare Adjektivpaare (dumpf/schriill, leise/laut, monoton/abwechslungsreich, sicherheitsvermittelnd/bedrohlich und angenehm/unangenehm) verwendet. An den Tests nahmen 39 bzw. 46 Probanden im Alter von 17-55 Jahren teil. Im Paarvergleich zeigte sich die Tendenz, dass die grüne Flugzeugkabine leiser eingestuft wurde,

während zwischen blau, gelb und rot kein Unterschied zu beobachten war. Bei den Bewertungen mit Hilfe des semantischen Differentials ergaben sich große interindividuelle Unterschiede und im Friedman-Test ein signifikanter Einfluss der Farbe, der jedoch nicht für alle Pegel und Probanden konsistent war. Als Anhaltspunkte konnten lediglich eine Tendenz zur Beurteilung "schrill" für die gelbe Flugzeugkabine und zur Beurteilung "sicherheitsvermittelnd" für die grüne Flugzeugkabine aus den Daten extrahiert werden. Ein Grund für die großen Streuungen ist vermutlich die mangelnde Vergleichbarkeit der Darbietungen durch die webbasierte Durchführung mit der persönlichen Ausstattung der Probanden.

Mi. 17:45 Grashof C 24

Geräuschbeurteilung

Assessing audio clips on affective and semantic level to improve general applicability

R. Schleicher, S. Sundaram und J. Seebode

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

We propose a twofold analysis of complex real-world audio clips combining low-level affective measures and high-level semantic understanding to enable their use in varying contexts. Listeners are asked to rate a given audio clip on the affective dimensions of valence, arousal and dominance, and report their spontaneous association with it. Both sources of information are used to cluster the clips, allowing for both categorical and quantitative analysis. We present experimental results on selected clips from the BBC Sound Effects Library. Next to multimedia content retrieval, the selection of appropriate auditory icons is an exemplary area of application, which is the focus of this communication. The rationale is that clips with high emotional valence (pleasant or unpleasant) are well-suited to initially attract the listeners attention, whereas their subsequent semantic interpretation has to be unambiguous to qualify as an icon in a given context. Keywords: emotion, content-based audio retrieval, auditory icons

Mittwoch

Geräuschbeurteilung (Poster)

Verteilungsfunktion zur Darstellung und Vorhersage von Skalenurteilen über Umgebungsfaktoren

R. Weber und I. Baumann

C.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik

Im Rahmen eines luftfahrtorientierten EU-Forschungsprojekts wurden in einer bodengebundenen, simulierten Flugzeugumgebung an insgesamt 29 Tagen je 40 Teilnehmer hinsichtlich des gerade empfundenen Komforts befragt. Zur Charakterisierung der subjektiven Beurteilung der Umgebungsbedingungen wurde eine Reihe von Skalen in einem Fragebogen bereitgestellt. Basierend auf dem verwendeten Versuchsdesign wurden die als komfortrelevant identifizierten Parameter Temperatur, relative

Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Akustik tageweise während eines simulierten 7-Stunden Langstreckenfluges systematisch variiert und mehrfach durch die jeweiligen Passagiere beurteilt.

Im Verlauf der Auswertung ist es gelungen, eine geeignete statistische Verteilungsfunktion zu finden, mit deren Hilfe sich die Antwortverteilungen bestimmter Itemkomplexe erfolgreich mit Hilfe eines Einzahlwertes darstellen lassen. Neben der damit verbundenen erheblichen Datenreduktion (bei gleichzeitiger Beibehaltung sämtlicher Einzelinformationen) ermöglicht diese Darstellung bei gewähltem Versuchsdesign ebenfalls eine Vorhersagemöglichkeit des empfundenen Komforts für nicht direkt untersuchte Zwischenwerte.

Die statistische Verteilungsfunktion mit zugehörigem Anpassungsalgorithmus wird vorgestellt mit Beispielergebnissen für die Bereiche Akustik und Temperatur.

Mi. 8:30 Grashof C 113

Audiologische Akustik II

Wave propagation in a 3D-Fluid-Structure System with Cochlear Implant Electrode

F. Böhnke, H. Schwingshandl, K. Braun und T. Stark

HNO-Klinik, Klinikum rechts der Isar der TU München

Because the cochlea is inaccessible in vivo the influence of prostheses placed into the cochlea on the wave propagation along the Basilar Membrane (BM) is difficult to understand. Therefore a 3D-model of the acoustical system with boundary and coupling conditions according to the widely known anatomy and mechanical properties of cochlear implants is developed for numerical evaluation. Slice images ($\Delta x \approx 25 \mu\text{m}$) from human temporal bones were generated by a μCT (Scanco, Switzerland) without and with implanted electrodes provided by MED-EL (Innsbruck, Austria). The different materials were manually segmented (bone, lymph, ligamentum spirale and cochlear implant electrode) using Amira® and exported as surface tessellation language (.stl) files. The snappyHexMesh meshing tool of OpenFOAM software allows a sophisticated meshing of geometric (.stl) objects. A problem to be solved is the coupling of the compressible and viscous fluid (lymph) to the BM which is idealised as an elastic orthotropic shell or a more complicated framework if the organ of Corti is included. The results approve the transfer of acoustic energy to vibratory places due to the fixation of the BM by the prosthesis which was formerly stated by Kiefer et al., 2006 (Hearing Research).

Mi. 8:55 Grashof C 113

Audiologische Akustik II

Modellierung des Einflusses der Feinstruktur der Ruhehörschwelle auf schwellennahe WahrnehmungB. Epp^a, M. Mauermann^b und J. Verhey^a^aAG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; ^bMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Wird die Ruhehörschwelle von normalhörenden Versuchspersonen mit einer großen Frequenzauflösung gemessen, zeigt diese häufig quasi-periodische Schwankungen. Diese Schwankungen werden Feinstruktur der Ruhehörschwelle genannt. Bei Pegeln bis zu 40 dB zeigt sich ein Einfluss der Feinstruktur der Ruhehörschwelle auf die Wahrnehmung. So ändert sich die Modulations-Detektionsleistung von sinusförmig amplitudenmodulierten Signalen wenn der Träger bzw. die Seitenbänder in Minima bzw. Maxima der Feinstruktur platziert werden (Heise et al., DAGA 2009). Außerdem konnte psychoakustisch gezeigt werden, dass sich Wachstumsfunktionen der Lautheit unterscheiden wenn diese in Minima bzw. in Maxima der Feinstruktur gemessen werden (Mauermann et al. 2004, JASA). In diesem Beitrag soll untersucht werden, inwieweit sich die Effekte schon durch die Repräsentation der Reize auf der Stufe der Cochlea erklären lassen. Ein eindimensionales, nichtlineares und aktives Cochleamodell wird benutzt um eine Feinstruktur der Ruhehörschwelle zu simulieren. Mit Hilfe des Modells wird untersucht welchen Einfluss die Lage der spektralen Komponenten der Reize bezüglich der Feinstruktur auf die interne Repräsentation auf der Ebene der Cochlea hat.

Mi. 9:20 Grashof C 113

Gehörmodelle

Wirkung von tieffrequentem Schall - eine modellbasierte Hypothese

D. Krahé und T. Weigler

Bergische Universität Wuppertal

Die besondere Wirkung von tieffrequentem Lärm bei nicht wenigen Betroffenen wird in vielen Berichten bestätigt, ohne dass es dazu hinreichende Erklärungen gibt. Die Annahme einer besonderen Hörempfindlichkeit in diesem Frequenzbereich konnte in Untersuchungen nicht erhärtet werden, denn bisweilen weisen besonders Betroffene in diesen Untersuchungen sogar eine höhere Ruhehörschwelle bei tiefen Frequenzen vor. Auch andere Erklärungsversuche mit einem mehr Sensorbezogenen Ansatz scheinen ins Leere zu laufen. Viele Parallelitäten in Untersuchungen weisen dagegen eher auf eine besondere neurale Wirkung hin, wobei allerdings unklar ist, worin diese bestehen könnten. In eigenen Untersuchungen wurden tieffrequente Stimuli, die in einer bestimmten Ausprägung variiert wurden und die sich abhängig davon als mehr oder minder belastend erwiesen, zudem in einem Simulationsprogramm (MAP) verarbeitet, das auf einem Gehörmodell basiert. Diese Simulationen, über die teilweise auf der DAGA 2009 berichtet wurden, erwiesen

sich ebenfalls als sensitiv hinsichtlich der angesprochenen Ausprägung. Daraus lässt sich zwar noch nicht die besondere Wirkung von tieffrequentem Lärm abschließend erklären, bietet aber dazu einen ersten Ansatz. In der Fortführung dieser Arbeiten ist die Simulation um weitere Modellkomponenten aus der Bioinformatik ergänzt worden, die möglicherweise eine Brücke zur Erklärung relevanter physiologischer Prozesse bilden. Über erste Schritte in diese Richtung soll berichtet werden.

Mi. 9:45 Grashof C 113

Gehörmodelle

Modeling Signal Processing in the Auditory Pathway: From Inner Ear to Brain Stem

A. Bergbauer, M. Rudnicki und W. Hemmert

IMETUM, TU München

We have developed a model of the human inner ear, which replicates latest measurements of dynamic range compression and fine frequency tuning observed in psychoacoustic measurements. We have connected receptor cell models, which convert vibrations into spike-trains of auditory nerve fibers, which are followed by a model of globular bushy cells, one of the principal cell types of the ventral cochlear nucleus that are directly innervated by auditory nerve fibers. Globular bushy cells exhibit very precise first-spike latencies and the ability of improved phase-locking, features which are essential for sound localization. Our model consists of Hodgkin-Huxley type ion channels and endbulb of Held, which is a big synapse with short-term plasticity. Driven by model of ANFs, it could reproduce PSTH, ISIH and improvement in phase-locking. Together with our inner ear model, we also investigated the temporal precision of speech coded by these neurons with the framework of information theory.

Mi. 10:10 Grashof C 113

Gehörmodelle

Modellierung der auditorischen Sprachverarbeitung bei elektrischer Stimulation durch Cochleaimplantate

S. Fredelake^a, V. Hohmann^a, S. Haumann^b, A. Büchner^b, T. Lenarz^b und B. Kollmeier^a

^aMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg;

^bHörzentrum Hannover, Medizinische Hochschule Hannover

Der Indikationsbereich von Cochleaimplantaten erweitert sich ständig, so dass nicht nur taube, sondern auch hochgradig schwerhörnde Patienten teilweise eine bessere Rehabilitation mit einem Cochleaimplantat oder mit elektrisch-akustischer Hybridstimulation erwarten lassen als mit Hörgeräten. Andererseits steigt die Leistung von modernen Hörgeräten bei hochgradiger Schwerhörigkeit. Um den Indikationsbereich für diese verschiedenen Gerätetypen festzulegen, wurden im Rahmen der Audiologie-Initiative Niedersachsen präoperative und postoperative Daten von Cochleaimplantat-Patienten an der Medizinischen Hochschule Hannover gesammelt, die im Anschluss analysiert wurden. Präoperativ

wurde die Sprachverständlichkeit für den Freiburger Sprachtest und für den Oldenburger Satztest im Störgeräusch mit dem Oldenburger Forschungshörgerät ("Master Hearing Aid") ermittelt, welches an den Hörverlust des Patienten individuell angepasst wurde. Ebenso wurde die kognitive Komponente für die Sprachverständlichkeit mittels eines Lesetests abgeschätzt. Postoperativ wurden die Sprachverständlichkeitsmessungen mit dem Cochleaimplantat wiederholt. Insgesamt wurden über 100 Patientendatensätze gesammelt, die in diesem Beitrag zusammen mit einem Modell des elektrisch stimulierten Hörnerven vorgestellt werden. Das Modell besteht aus 10000 Nervenzellen, die nach elektrischer Stimulation durch ein simuliertes Cochleaimplantat 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 Cochleaimplantaten dient. Die Validität des Modells wird anhand der Patientendaten untersucht.

Mi. 14:00 Grashof C 113

Gehörmodelle

Vorhersage der Sprachverständlichkeit im Störgeräusch für Schwerhörende mit Hörgeräten

R. Meyer^a, T. Herzke^b, T. Brand^a und B. Kollmeier^a

^aMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg; ^bHoertech gGmbH

Die Vorhersage der Sprachverständlichkeit für schwerhörige Versuchspersonen ist für die Untersuchung des Versorgungserfolges bei einer Hörgeräteversorgung wichtig. So kann zum Beispiel die zu erwartende Verbesserung der Sprachverständlichkeit in Störgeräusch-Situationen vor der eigentlichen Anpassung des Hörgerätes abgeschätzt und mit der tatsächlichen Verbesserung verglichen werden. Um die Machbarkeit und Grenzen dieses Ansatzes zur Objektivierung der Hörgeräte-Anpassung zu testen, wurden verschiedene Hörgeräte in dieser Studie mit dem "Hoertech Master Hearing Aid" (MHA) sowohl in der Messung mit Schwerhörigen simuliert, als auch in der Modellberechnung in die Signalverarbeitung eingebaut. Als Modell diente ein Kurzzeit-Modell auf der Basis des Speech-Intelligibility-Indexes (SII). Es wurde zum einen ein lineares Hörgerät simuliert, und zum anderen ein kompressives, um mit 14 sensorineural schwerhörigen Versuchspersonen Sprachverständlichkeitsmessungen für verschiedene Störgeräusche durchzuführen. Zusätzlich wurden ein Ton-Audiogramm als Grundlage für die automatische Anpassung des MHA und eine kategoriale Lautheitsskalierung erfaßt. Die Sprachverständlichkeitsmessungen wurden mit dem Oldenburg Satztest sowohl ohne Hörgerät als auch mit dem MHA bei einem Störgeräuschpegel von 65 dB SPL durchgeführt. Mit einer adaptiven Messung wurde die Sprachverständlichkeitsschwelle für 50% Sprachverstehen gemessen. Die R-Quadrat-Werte zwischen den vorhergesagten und den gemessenen Sprachverständlichkeitsschwellen liegen um

0.7 sowohl mit, als auch ohne Hörgerät. Es wird eine detaillierte Analyse der Ergebnisse präsentiert.

Mi. 14:25 Grashof C 113

Gehörmodelle

Reception Threshold and Psychometric Slope Measurements for Speech masked by Multiple Noise Sources in Virtual Reverberant Rooms

J.-P. Ramirez und A. Raake

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

The scope of this study is to ultimately enhance intelligibility of speech across various auditory scenes. To this aim, the relation between intelligibility and auditory scenes is investigated. A word recognition test was performed on German sentences of 4 key words, syntactically correct but semantically meaningless. Recognition is impeded by stationary speech shaped noise. In a first test, a Target sentence and multiple Masking sources are spatially distributed by convolution with head related transfer functions (HRTFs). In a second test, the Target and a single Masker were located at two different angles in simulated rooms of 2 reverberation times, as well as in non reverberant conditions. Multiple masker and reverberant conditions are combined in a third test. The motivation of the present study is to observe slopes and speech reception thresholds (SRT) of psychometric functions when the Target is not located in front. Interaural level differences across both ears (ILDs) resulting from head shadowing (HRTFs) are compiled in a binaural better ear SII (ANSI, 1997). The interaural time differences (ITD) are integrated in the so-called Binaural Masking Level Difference (BMLD), as enhanced by Culling et al, 2009. Experimental data and predictions present strong correlation while the bright spot on the ears' axis shows significant degradation on recognition scores.

Mi. 14:50 Grashof C 113

Gehörmodelle

Schätzung der Nichtlinearität der auditorischen Verarbeitung bei Normal- und Schwerhörigen durch kategoriale Lautheitsskalierung

T. Jürgens, T. Brand, S. Ewert und B. Kollmeier

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Neben der Hörbarkeit eines Schalls ist die Nichtlinearität der überschwelligen auditorischen Verarbeitung eine wichtige Eigenschaft des normalen bzw. des schwerhörigen auditorischen Systems. Im Gegensatz zur Hörbarkeit, die relativ einfach durch ein Audiogramm bestimmt werden kann, ist man bei der Schätzung der Nichtlinearität auf indirekte Verfahren angewiesen. Das in der Forschung gängigste psychoakustische Verfahren zur Schätzung solch einer frequenzabhängigen Input/Output-Charakteristik sind Temporal Masking Curves (TMCs), in denen die Maskierung von Maskierern unterschiedlicher Frequenz auf einen geringfügig überschwelligen Ton untersucht wird. Ein

Nachteil dieses Verfahrens sind sehr lange Messzeiten. Die kategoriale Lautheitsskalierung ist hingegen schneller und einfacher zu messen und die gewonnenen Daten können über Lautheitsmodelle mit der überschwelligigen Nichtlinearität in Verbindung gebracht werden. In dieser Studie werden die Ergebnisse von TMC-Messungen von Normal- und Schwerhörenden verglichen mit Ergebnissen der kategorialen Lautheitsskalierung. Es werden sowohl Schätzungen der kompressiven Steigungen als auch die aus beiden Messungen abgeschätzten Verstärkungen durch aktive Prozesse im Gehör miteinander verglichen im Hinblick auf die Fragestellung, ob die Lautheitsskalierung eine effiziente Messmethode zur Bestimmung der Nichtlinearität des auditorischen Systems darstellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Korrelationen der abgeschätzten Verstärkungen durch aktive Prozesse im Gehör höher sind als die Korrelationen der kompressiven Steigungen.

Mi. 15:15 Grashof C 113

Gehörmodelle

Ein nichtlineares Basilarmembran-Filter mit modifiziertem Phasengang zur Simulation von Maskierungsschwellen von Schroederphasen-Tonkomplexen

E. Rasumow und M. Hansen

Institut für Hörtechnik und Audiologie, FH Wilh./Oldenburg/Elsf.

Die Maskierung eines Sinustons durch harmonische Tonkomplexe mit variabler Schroederphase ermöglicht gewisse Rückschlüsse auf die Krümmung des Phasengangs auditorischer Filter. Anhand von physiologischen Daten [Shera, JASA 109 (5), 2001] lassen sich für Filtermittelfrequenzen $f > 1.5$ kHz die Phasengänge auditorischer Filter durch zwei Frequenzbereiche mit jeweils konstanter, aber unterschiedlicher Phasenkrümmung annähern. Psychoakustische Untersuchungen [Oxenham und Ewert, JASA 117(4), 2005] deuten darauf, dass diese zwei unterschiedlichen Phasenkrümmungen unterschiedliche Vorzeichen aufweisen könnten. Diese zwei Phasenkrümmungen wurden unter einigen weiteren Annahmen zu einem möglichen Gesamtphasengang zusammengefasst. Die vorliegende Untersuchung stellt empirische Schätzungen beider Phasenkrümmungen vor, sowie die Realisierung des resultierenden Phasengangs innerhalb eines modifizierten DRNL-Filters (dual resonance nonlinear-Filter) und die Evaluierung dieses DRNL-Filters innerhalb der CASP-Simulationsumgebung nach [Jepsen et al., JASA, 124(1), 2008]. Darin zeigte sich, dass das erhaltene nicht-lineare Filter mit optimiertem Phasengang im Vergleich zu mehreren bisherigen DRNL-Filtern die meisten Aspekte der peripheren Filterung durch die Basilarmembran sowohl in Bezug auf die Betrags- als auch auf die Phasen-Übertragungsfunktion erfolgreich wiedergeben kann: Es ergibt sich sowohl für Schroederphasen-Experimente zur Phasenübertragungsfunktion als auch für Notched-Noise-Experimente zur Betragsübertragungsfunktion eine bessere Übereinstimmung der gemessenen und der simulierten Maskierungsschwellen.

Mittwoch

Gehörmodelle (Poster)

Neuronale Korrelate monauraler und binauraler DemaskierungseffekteC.H. Uhlig^a, J. Verhey^a und S. Uppenkamp^b^aAG Neuroakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg; ^bMedizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Die Mithörschwelle eines Sinustons, der durch mehrere Rauschbänder maskiert wird, kann reduziert werden, wenn alle Rauschbänder die gleiche Pegelschwankung aufweisen. Dieser Effekt wird als *Comodulation Masking Release* (CMR) bezeichnet. Eine Verringerung der Mithörschwelle wird auch beobachtet, wenn entweder das Test-Signal oder das Rauschen interaurale Phasenunterschiede aufweisen. Dieser Effekt wird als *Binaural Masking Level Difference* (BMLD) bezeichnet. In psychoakustischen Experimenten konnte gezeigt werden, dass sich die beiden Effekte, welche jeweils bis zu 10dB betragen können, additiv verhalten (Epp, B. und Verhey, J.L., DAGA 2007, 373-374). Die Kombination der Effekte kann so zu einer Verringerung der Mithörschwelle bis zu 20dB führen. In einer früheren Aktivierungsstudie mit funktioneller MR Tomographie wurde ein physiologisches Korrelat des CMR-Effektes im lateralen Abschnitt des *Gyrus temporalis transversus* (Heschl) nachgewiesen (Ernst et al., Neuroimage 49, 835-842, 2010). Ziel dieser Studie ist es, die Kombination des CMR-Effektes und des BMLD-Effektes in den fMRT-Aktivierungskarten nachzuweisen, um so eine Aussage über die den Effekten zugrundeliegenden Mechanismen zu treffen. Dazu wurde zunächst ein psychoakustisches Experiment zur Quantifizierung der Kombination durchgeführt. Auf Basis dieser psychoakustischen Daten wurde eine fMRT-Studie mit individuell angepassten Parametern entworfen und durchgeführt, um das neuronale Korrelat der Additivität dieser beiden Effekte zu untersuchen.

Mi. 16:05 Grashof C 113

Maschinenakustik

Maschinenakustik - Quo vadis?R. Storm*TU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM*

Seit ca. 1970 gibt es das Forschungsgebiet und Lehrfach "Maschinenakustik". Es war über Jahrzehnte fast ausschließlich davon geprägt, die Ursachen von Maschinengeräuschen, die gewöhnlich krafterregten Körperschall erzeugten, zu detektieren und konstruktive Maßnahmen zur Geräuschminderung zu entwickeln. Die Umsetzung solcher Maßnahmen führte in den letzten 40 Jahren zu einer deutlichen Schallemissionsreduktion technischer Schallquellen, wodurch plötzlich Geräuschanteile hervortraten, die zuvor überdeckt und maskiert waren und nicht mehr nur als lärmend sondern oft als störend, lästig und nicht produktkonform empfunden werden. Diese neuen und fremden Geräuschanteile akustisch wirksam zu beeinflussen ist oft nur noch mit großem konstruktiven und meist kostensteigernden Aufwand zu bewältigen - falls überhaupt

möglich. Aber auch das technische Umfeld hat sich deutlich verändert und generiert neue akustischen Herausforderungen, wie z.B. bei Windenergieanlagen, Hybridtechniken, extremen Leichtbauweisen mit höheren Wirkungsgraden und Leistungsdichten, Soundbeeinflussung und produktstimmiges Soundengineering, akustisches Diagnose- und Schadensmanagement, usw. Daraus entwickeln sich für die "Maschinenakustik" neue Anwendungsbereiche, welche ursprünglich nicht vorhersehbar waren: Maßnahmen zur Geräuschbeeinflussung mit aktiven Techniken, Einsatz alternativer und smarter Materialien, Maschinendiagnose mit akustischen Techniken, Anwendung psychoakustischer Metriken für die Geräuschgestaltung und Schadenserkenkung, usw. Der Beitrag befasst sich mit diesen neu entstehenden Zielsetzungen und veränderten Aufgaben für die "Maschinenakustik" und ihrer Bedeutung für künftige Produktentwicklungen.

Mi. 16:30 Grashof C 113

Maschinenakustik

Körperschallübertragung von Wälz- und Gleitlagern

R. Kruk, D. Thoden, A. Lohrengel, P. Dietz und G. Schäfer

Technische Universität Clausthal, Institut für Maschinenwesen

Die Kenntnis über das Übertragungsverhalten von Wälz- und Gleitlagern kann das lärmarme Konstruieren von modernen Maschinen unterstützen und beschleunigen. Dieses kann anhand theoretischen oder experimentellen Arbeiten erforscht werden. Am Institut für Maschinenwesen wurde ein Forschungsvorhaben zu diesem Thema bearbeitet, wo anhand einer Messstrategie ein umfangreiches Versuchsprogramm für verschiedene Betriebsparameter der Wälz- und Gleitlager durchgeführt wurde.

Die Versuche wurden im Betrieb durchgeführt und die gemessenen Signale aus der rotierenden Welle wurden mittels einer Telemetrie per Funk übertragen, sodass Einfluss auf Übertragungsverhalten von den Lagern untersucht werden konnte. Hier wurde Vierpoltheorie zur Auswertung angewendet, was eine Trennung der Übertragungsfunktionen von untersuchten Lagern und von dem Übertragungsverhalten des ganzen Prüfstandes ermöglicht. Daraus wurden Steifigkeit und Dämpfung für jede Versuch mit Hilfe von Kelvin-Voigt-Modell ermittelt, um ein Vergleich durchzuführen. In den Artikel werden die untersuchte Parameter und Ergebnisse des Forschungsvorhabens zusammengefasst und präsentiert. Diese Informationen können in den numerischen Modellen der neu entwickelten Konstruktionen integriert werden. Es werden Ansätze gezeigt, wie diese Ergebnisse in numerischen Programmen bei der Entwicklung von neuen Konstruktionen eingesetzt werden können.

Mi. 16:55 Grashof C 113

Maschinenakustik

Vibroakustische Bewertung fluidgefüllter Tankstrukturen mit periodischen Versteifungen

M. Ertl und N. Hassel

Siemens Energy Sector

In fluidgefüllten Leistungstransformatoren führen Wicklungs- und Kernvibrationen zu Druckschwankungen im Fluid, die nach mehrfachen Fluid-Struktur-Wechselwirkungen die Tankwand sowie angekoppelte Strukturelemente zu Schwingungen anregen. Hieraus resultiert als unerwünschte Schallemission das typische Brummgeräusch von Transformatorenanlagen. Neben der Reduzierung der primären Schallquellen kann über das Tankdesign die Schalldurchgangs- und -abstrahlcharakteristik des Transformators beeinflusst und der Geräuschpegel abgesenkt werden. Aus Sicht der Transformatorenhersteller wird hierbei ein Tankdesign gefordert, daß bei minimalen Herstellungs- und Materialkosten neben der geforderten statischen Druckfestigkeit ein optimiertes Geräuschdesign aufweist.

In dieser Arbeit erfolgt eine vibroakustische Bewertung dünnwandiger Transformatorenkessel bei unterschiedlichen Verrippungs- und Versteifungsstrategien auf der Grundlage numerischer Analysen. Die Anregung von Strukturschwingungen der einseitig fluidbeladenen Tankwand über das Fluid wird auf der Grundlage diskretisierter Fluid-Strukturmodelle mit voller, impliziter Fluid-Struktur-Kopplung untersucht. Hierbei erweisen sich insbesondere die Versteifungsprofile als wirksame akustische Transferpfade. Schließlich werden die Abhängigkeiten des akustischen Abstrahlgrades der rippenversteiften Wandplatten erörtert.

Mi. 17:20 Grashof C 113

Maschinenakustik

Beschleunigungssensor-Arrays auf Basis zellulärer PiezoelektretfolienL. Kurtze^a, J. Hillenbrand^b, E. Tonkonog^a, H. Hanselka^a und G.M. Sessler^b^aTU Darmstadt, Systemzuverläss. und Maschinenakustik SzM; ^bTU Darmstadt, Institut für Nachrichtentechnik

Im Rahmen einer Kooperation der Fachgebiete Elektroakustik und Maschinenakustik werden an der TU Darmstadt zelluläre Piezoelektretfolien auf ihre Eignung als Basis für Beschleunigungssensor-Arrays untersucht sowie erste Sensor-Prototypen entwickelt. Die Folien zeichnen sich durch große d33- aber sehr kleine d31-Koeffizienten aus. Dies ermöglicht die Konstruktion von biegsamen Sensoren mit hoher Empfindlichkeit. Die Piezoelektretfolien-Sensoren wurden hinsichtlich ihres Verhaltens bei Änderung der seismischen Massen und deren wirksamen Flächen beurteilt. Des Weiteren wurde auch der Einfluß äußerer elektrischer Störeinflüsse untersucht. Das Ziel der Forschungen ist die Entwicklung eines flexiblen Arrays zur großflächigen Detektierung der

Schwingungen einer Struktur, das auch die Untersuchung des Körperschallflusses durch starre oder biegsame Strukturen ermöglicht. Somit ist der Sensor für die Maschinenakustik ein wertvolles Hilfsmittel zur Untersuchung der Strukturintensität. Ein weiterer Vorteil des Sensorarrays ist sein gegenüber einer Anzahl herkömmlicher Beschleunigungssensoren signifikant geringerer Preis sowie ein geringeres Gesamtgewicht, durch das die zu untersuchende Struktur nur minimal in ihren akustischen Eigenschaften verändert wird.

Mi. 8:55 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik II

Computational Aeroacoustics of a Backward Facing Step

M. Kaltenbacher^a, J. Grabinger^b, S. Becker^c und F. Schäfer^d

^a*Alps-Adriatic University of Klagenfurt*; ^b*Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik*; ^c*Univ. Erlangen-Nürnberg, Prozessmaschinen und Anlagentechnik*; ^d*Universität Erlangen-Nürnberg*

Since the beginning of Computational Aeroacoustics (CAA), several numerical methodologies have been proposed, each trying to overcome the challenges that the specific problems under investigation pose for an effective and accurate computation of the radiated sound. The main difficulties that have to be considered for the simulation of flow noise problems include energy and length scale disparity, preservation of the multipole character of the acoustic sources and dispersion and dissipation occurring in numerical schemes. Due to the large disparities of length and energy scales between flow and acoustic quantities, the hybrid methodologies still remain the most commonly used approaches for aeroacoustic computations. In order to provide a basis for a real benchmark problem, we have performed highly resolved DNS (Direct Numerical Simulation) computations of a backward facing step with well defined boundary conditions for the flow. We will provide detailed analysis of the flow field as well as occurring acoustic field based on an enhanced Finite Element (FE) scheme solving Lighthill's acoustic analogy, and will encourage other research groups to use our fluid flow data to test their computational aeroacoustic schemes.

Mi. 9:20 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik II

Sound Source Terms of Coaxial Jets

S.R. Koh, W. Schröder und M. Meinke

Institute of Aerodynamics, RWTH Aachen

Acoustic far-field is strongly influenced by multiple shear layers and density inhomogeneity. One of the fundamental changes is the local sound speed of the mixing layer since across the shear layer the acoustic waves undergo refraction. Moreover, the heat source is part of the sound source such that the pronounced temperature gradient causes louder acoustic fields. In the present study sound radiation in non-uniform density field is investigated by using coaxial jets. The coaxial jets are configured to have an unheated primary flow for one cold coaxial jet and

heated primary flows for two hot coaxial jets. The Mach numbers of the hot primary jets are 0.6 and 0.88. The numerical method is based on large-eddy simulations (LES) and solutions of the acoustic perturbation equations (APE). The overall sound pressure level determined by the LES/APE method shows the same acoustic directivity as the experimental measurement. Based on the spectral information the present numerical analysis evidences the heat impact on the acoustic field.

Mi. 9:45 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik II

Numerische Berechnung von Strömungslärm in rotierenden Systemen mittels FEM auf nicht-konformen Gittern

J. Grabinger^a, R. Lerch^a, M. Kaltenbacher^b, S. Becker^c und B. Karic^d

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

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. Dabei werden Lagrange-Multiplikatoren eingeführt, die eine übereinstimmende Lösung an der Schnittfläche der Gebiete sicherstellen. Das entwickelte Verfahren wird anhand eines einfachen Beispiels validiert und anschließend auf einen Radiallüfter angewandt.

Mi. 10:10 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik II

Einsatz von Integralverfahren zur Schallvorhersage am Beispiel von Radiallaufrädern

C. Scheit^a, B. Karic^a, A. Delgado^a und S. Becker^b

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

Integralverfahren, basierend auf einer akustischen Analogie, werden bereits seit einigen Jahrzehnten erfolgreich zur Berechnung von Fluglärm eingesetzt. In den letzten Jahren wurden diese Verfahren auch zur Schallvorhersage von Axial- und Radiallaufrädern eingesetzt. In dieser Arbeit wird die akustische Analogie von Ffowcs Williams und Hawkings vorgestellt. Die allgemeine Form kann für eine poröse, stationäre Integrationsfläche vereinfacht werden. In dieser Form wird das Integralverfahren zur Schallberechnung eines Radiallaufrades benutzt. Die dazu erforderlichen Strömungsdaten werden aus einer transienten Strömungsberechnung auf Basis der reynoldsgemittelten, kompressiblen Erhaltungsgleichungen gewonnen. Es wird anhand experimenteller Daten gezeigt, dass die Änderung der Schallabstrahlung durch eine Änderung der Schaufelform mittels des hier vorgestellten hybriden Verfahrens vorhergesagt werden kann. Dies ermöglicht es, Integralverfahren auch zur akustischen Auslegung von Radiallaufrädern zu benutzen.

Mi. 14:00 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik II

Accounting for sweep and lean in the design-to-noise of rotor-stator stages

S. Guerin und A. Moreau

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

This work presents a fast method for predicting the effects of stator sweep and lean in the design-to-noise of turbofans. A line of acoustic dipoles distributed along the leading edge of the stator vanes and oriented perpendicularly to these imitates the noise source due to the interaction of the rotor wakes with the vanes. The sound field generated is represented by the eigenmodes of the Green's function of an annular duct with flow. The effect of stator sweep and lean is accounted for by adding two new terms in the noise generation. The first term represents a phase shift accounting for the fact that the sources distributed along a swept and leaned leading edge are excited at different times by the incoming rotor wakes. This time delay is responsible for destructive interferences that mostly explain the noise reduction of the rotor-stator interaction tones. The second term applies to both broadband and tonal interaction noise. It accounts for the reduction of the normal component of the flow impinging the stator vanes and for the slightly increased length of the leading edge. Moreover, the role of the interference effects is investigated through the modal structure of the sound field.

Mi. 14:25 Grashof C 116

Modelle u. Methoden Aeroakustik II

Schallproduktion und -abstrahlung resonatorgesteuerter SchneidentöneA. Richter^a und S. Fuß^b^a *TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik;* ^b *TU Dresden, Institut für Festkörpermechanik*

Beim Spielen einer Blockflöte, aber auch in vielen technischen Anwendungen bildet die nichtlineare Wechselwirkung zwischen einem Freistrahle und einem akustischen Feld den primären Schallproduktionsmechanismus. Die Lösung der kompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen erlaubt zwar die Modellierung sowohl der strömungsmechanischen Prozesse im Bereich der Schneide als auch die Abbildung des akustischen Resonators, führt aber aufgrund der auftretenden Längendisparitäten zu einem nicht hinnehmbaren Rechenaufwand, wenn eine Optimierung des Resonators angestrebt wird. Aus diesem Grund betrachten wir die Schallproduktion und das Resonatorverhalten voneinander entkoppelt. Die Beschreibung des linearen Resonators erfolgt dabei im Frequenzbereich, die notwendigen akustischen Quellen resultieren aus instationären, kompressiblen RANS-Rechnungen. Dies erlaubt es, sehr effizient Modifikationen des Resonators zu untersuchen, ohne eine vollständige Neuberechnung des gekoppelten Problems durchführen zu müssen. Wir präsentieren ausgesuchte, auf diesem Ansatz basierende Ergebnisse sowie eine Validierung dieses Ansatzes anhand experimentell gewonnener Daten.

Mi. 14:50 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Aeroakustische Optimierung von Radialventilatoren in SpiralgehäusenI. Horvat^a und F. Kameier^b^a *Hako-Werke GmbH;* ^b *Fachhochschule Düsseldorf*

Neben einem hohen Wirkungsgrad ist beim industriellen Einsatz von Radialventilatoren eine möglichst geringe Schallabstrahlung wichtig. Die Wechselwirkung zwischen rotierendem System und dem feststehenden Leitapparat - in diesem Falle das Spiralgehäuse - ist eine der Hauptquellen akustischer Druckschwankungen bei Strömungsmaschinen. Anhand der Auftragung der spezifischen Schallleistung nach Madison über dem Wirkungsgrad werden die Einflüsse der Zungengeometrie, der Laufradposition und des Spaltes zwischen Laufrad und Einlaufdüse auf das aeroakustische Verhalten von Radialventilatoren bewertet.

Es werden sowohl Forschungsergebnisse aus rund 40 Jahren Radialventilatorentwicklung als auch neu gewonnene Erkenntnisse aus einem vom BMBF geförderten FHprofUnd-Projekt (FKZ 1776X07) der FH Düsseldorf gezeigt.

Mi. 15:15 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Modelluntersuchungen zu Strömungsgeräuschen in Abgaskaminen von Gasturbinen-Kraftwerken

H. Peters, U. Kurze und H. Nürnberger

BBM Akustik Technologie GmbH

Messungen zur Bestimmung der Schalleistung, die von der Kaminmündung von Gasturbinen-Kraftwerken abgestrahlt wird, liefern gelegentlich Werte, die die Erwartungen aufgrund der Herstellerangaben für die Gasturbine und für den Abgas-Schalldämpfer überschreiten. Als Ursache wird die Befestigung der Auskleidung des Abgaskamins oberhalb der Schalldämpfer vermutet. Ergebnisse von Prüfstandsmessungen an einem Modell, das mit Stiften in einer Rohrwand die Befestigung nachbildet und unter Ähnlichkeitsbedingungen für die Geräuscherzeugung betrieben wurde, werden beschrieben und diskutiert.

Mi. 15:40 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Spielen Schallausbreitungseffekte durch die inhomogene Umströmung in der Fahrzeugaeroakustik eine Rolle?

R. Blumrich

FKFS, Stuttgart

Die Umströmung von Fahrzeugen im Fahrbetrieb verursacht Geräusche, die im Innenraum den Insassenkomfort reduzieren und bei höheren Geschwindigkeiten nach außen hin ein Umweltproblem darstellen können. Diese aeroakustischen Phänomene sind weitgehend bekannt. Ein weiteres Phänomen ist die Tatsache, dass in einer solchen Umströmung, die hochgradig inhomogen ist, Schall sich nicht mehr geradlinig ausbreitet, sondern von Strömungseffekten beeinflusst wird. Grenz- und Scherschichten mit starken Geschwindigkeitsgradienten und Gebiete mit Turbulenz sind hierfür verantwortlich. Auch Temperaturgradienten könnten eine Rolle spielen. Diese Schallausbreitungseffekte fanden in der Fahrzeugakustik bisher keine Berücksichtigung. In einer theoretischen Studie wurde aus diesem Grunde eine Abschätzung durchgeführt, inwieweit diese Effekte hier eine Rolle spielen. An Hand von typischen Geometrien, die am Fahrzeug aeroakustischen Schall erzeugen können, wurde die Schallausbreitung in der inhomogenen Umströmung des Fahrzeuges von diesen Quellen untersucht und deren Relevanz für die Fahrzeugakustik abgeschätzt. Ergebnis ist, dass im Normalfall nur die Geschwindigkeitsgradienten und die Turbulenz relevant sind. Bei geometrisch kleinen Strukturen wie z. B. einer Wasserfangleiste sind nur Wellenlängen der gleichen Größenordnung und kleiner betroffen. Schallausbreitungseffekte können in solchen Fällen also für Frequenzen im Bereich von einigen kHz und darunter vernachlässigt werden. Für geräumigere Strömungsstörungen wie z.B. das Radhaus oder die A-Säule sind auch tiefere Frequenzen betroffen. Es werden Abschätzungen für die betroffenen Frequenzbereiche und Gebiete gegeben.

Mi. 16:05 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Schallentstehung bei Tragflügeln mit HinterkantenausblasenJ. Winkler und T. CarolusUniversität Siegen, Institut für Fluid- und Thermodynamik

Zur Minderung des Schalls in Strömungsmaschinen mit Rotor und Stator, der auch als "Interaktionsschall" z.B. bei Flugzeugtriebwerken bekannt ist, wird diskutiert, den Rotornachlauf durch Luftausblasen aufzufüllen. Diese Arbeit überträgt den Sachverhalt auf den ebenen Tragflügel. Ein erstes Ziel der hier beschriebenen Arbeit ist es, durch geschicktes Ausblasen nicht nur makroskopisch den Nachlauf aufzufüllen, sondern auch die Nachlaufturbulenz zu verringern. Die Turbulenzreduktion würde zu einer verminderten Interaktion der Nachlaufturbulenz mit der Statorvorderkante führen (Breitbandschallreduktion). Ein zweites Ziel der Arbeit ist es, den Schall zu beschreiben und zu minimieren, der durch den Ausblasvorgang selbst entsteht ("self-noise"). Für die Studie wird ein Tragflügelelement mit Ausblasschlitz an der Hinterkante versehen. Der Flügel wird sowohl einzeln als auch in Tandemanordnung untersucht. Zunächst wird der einzelne Tragflügel mit Ausblasen betrachtet. Schallmessungen werden in einem kleinen aeroakustischen Windkanal durchgeführt. Das "self-noise" wird mit einem Prognoseverfahren auf Basis einer Grobstruktursimulation der Umströmung (LES) und einem analytischen Modell sowie alternativ einer exakten Schallausbreitungsberechnung mit einem modernen CAA-Verfahren berechnet und mit den Messungen verglichen. In einem zweiten Schritt wird die Tandemanordnung untersucht. Hier wird auf Basis von Nachlaufturbulenzdaten der "Interaktionsschall" mit einem analytischen Verfahren berechnet und ebenfalls mit Messungen verglichen. Abschließend wird das Potential der Breitbandschallminderung durch geschicktes Ausblasen abgeschätzt.

Mi. 16:30 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Schallentstehung und turbulente Grenzschicht an der Hinterkante poröser ProfileT. Geyer, E. Sarraj und C. FritzscheBTU Cottbus

Die turbulente Umströmung der Hinterkante ist eine der Hauptschallquellen an Tragflügeln, zum Beispiel an Ventilatoren, Windrädern und Verdichtern. Eine bekannte Möglichkeit zur Minderung des Hinterkantenschalls an Tragflügeln ist die Verwendung von Profilen aus porösem Material.

Übliche analytische Modelle zur Berechnung des Hinterkantenschalls nichtporöser Profile beruhen auf der Grenzschichtverdrängungsdicke als maßgeblichem Parameter. Viele dieser Modelle basieren auf der Arbeit von Ffowcs-Williams und Hall, wobei angenommen wird, dass die

Grenzschichtverdrängungsdicke proportional zur charakteristischen Turbulenzlänge und die mittlere Schnelle der turbulenten Strukturen proportional zur Strömungsgeschwindigkeit ist. Daraus ergibt sich die bekannte Skalierung mit der fünften Potenz der Strömungsgeschwindigkeit. Für herkömmliche Profile heißt das, dass mit zunehmender Grenzschichtverdrängungsdicke, verursacht zum Beispiel durch eine zunehmende Strömungsgeschwindigkeit, die Schallemission steigt. Für poröse Tragflügel gibt es jedoch keine Aussagen über die Gültigkeit vorhandener Modelle.

Im Vortrag werden Messungen der turbulenten Grenzschicht an Profilen aus porösem Material vorgestellt. Die Ergebnisse der Grenzschichtmessungen sowie Ergebnisse akustischer Messungen an porösen und nichtporösen Tragflügeln gleicher Geometrie werden verglichen.

Mi. 16:55 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Experimentelle Analyse der aeroakustischen Schallentstehung an Zylinder-Profil-Anordnungen

J. Giesler und E. Sarradj

BTU Cottbus

Die Interaktion einer turbulenten Zuströmung mit einem Schaufelprofil ist ein dominierender Schallentstehungsmechanismus an Rotor/Stator-Konfigurationen innerhalb von Turbomaschinen oder an Windrädern. Der generierte Schall enthält sowohl tonale Komponenten, die durch periodisch auf das Profil auftreffende Wirbel erzeugt werden, wie auch einen breitbandigen Anteil. Die experimentelle Erforschung der breitbandigen Schallentstehung ist Gegenstand eines Projektes der BTU Cottbus.

Die Versuchsanordnung im aeroakustischen Windkanal besteht aus einer Zylinder-Profil-Anordnung an der einzelne Parameter nacheinander variiert werden. Zur Aufzeichnung des emittierten Schalls wird ein Mikrofonarray genutzt. Die Messdaten werden getrennt für die einzelnen Schallquellen (Zylinder/-nachlauf, Vorder- und Hinterkante des Profils) analysiert.

Der an der Profilvorderkante generierte Schalldruckpegel hängt zum einen vom Verhältnis des Abstands zwischen Zylinder und Profilvorderkante und des Zylinderdurchmessers und zum anderen von der Strouhalzahl ab. Der Vortrag stellt einen speziellen Strouhalbandpegel vor, der es gestattet, beide Abhängigkeiten in einer Analyse zu berücksichtigen. Des Weiteren präsentiert er Ergebnisse, die auf der Analyse dieses Pegels basieren.

Mi. 17:20 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Akustische Polaren

C. Fritzsche, E. Sarradj und T. Geyer

BTU Cottbus

Das bei der Umströmung eines Tragflügelprofils an dessen Hinterkante entstehende Geräusch ist eine der Hauptlärmquellen im Bereich der Aeroakustik. Für die Berechnung dieses Hinterkantengeräusches existieren verschiedene Ansätze, zum Beispiel das Modell von Brooks, Pope und Marcolini (1989) oder das Modell von Lowson (1992). Derartige Berechnungsverfahren berücksichtigen neben der exakten Profilgeometrie und der Strömungsgeschwindigkeit auch den Anstellwinkel des Profils, welcher einen deutlichen Einfluss auf die Schallentstehung hat. Detailliertere Untersuchungen zum Einfluss des Anstellwinkels auf das Hinterkantengeräusch wurden zudem von Hutcheson und Brooks (2004) an einem NACA 63-215-Profil durchgeführt.

Im aeroakustischen Windkanal der BTU Cottbus wurden Geräuschmessungen an Profilen vom Typ SD7003 und NACA 0012 bei verschiedenen Anstellwinkeln und Strömungsgeschwindigkeiten durchgeführt. Simultan erfolgte die Messung der Auftriebs- und Widerstandskraft der Tragflügel. Die gemessenen Schalldruckpegel werden hinsichtlich ihrer Abhängigkeit vom Anstellwinkel betrachtet und als "akustische Polaren" dargestellt. Zum Vergleich mit den Messergebnissen werden berechnete Werte und publizierte Ergebnisse herangezogen.

Mi. 17:45 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Konventionelle CFD für strömungsakustische OptimierungF. Kameier^a, K. Becker^b und I. Horvat^c^aFachhochschule Düsseldorf; ^bFachhochschule Köln; ^cHako-Werke GmbH

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. Goldstein hat zwar bereits 1976 Grundlagen dafür gelegt, die physikalischen Quellen und ihre Quellstärke müssen aber 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. Am Spalteffekt axialer Strömungsmaschinen, einer Zylinder-Platte-Konfiguration und der Staulippe eines Personenkraftwagens werden Beispiele zeitlich unkontrollierter Berechnungen ("Physical Time Steps" als automatische Vorgabe) mit kommerzieller CFD-Software gezeigt und mit akustischen Messergebnissen bewertet.

Mi. 18:10 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation I

Zur Simulation der Strömungsgeräusche einer KreiselpumpeO. von Estorff^a, B. Flurl^b, A. Jantzen^b, M. Markiewicz^c, T. Michels^a und R. Schilling^b^a*TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung;* ^b*Lehrstuhl für Fluidmechanik, TU München;* ^c*Novicos GmbH*

Im Rahmen des Beitrags wird eine effiziente Methode zur Simulation der Strömungsgeräusche einer Kreiselpumpe vorgestellt. Die Methode erlaubt eine gekoppelte Berechnung des strömungsakustischen Feldes und der daraus resultierenden Dynamik der Struktur, hier des Pumpengehäuses, mit einer sich anschließenden Berechnung des äußeren Schallfeldes. Dabei werden gleichzeitig der Schalldurchgang und die Schallabstrahlung des Gehäuses erfasst.

Die Berechnung des strömungsakustischen Feldes im Inneren der Pumpe erfolgt mittels der EIF-Methode. Diese wurde 1994 durch Hardin und Pope entwickelt und basiert auf den vereinfachten Navier Stokes Gleichungen, die eine Zerlegung der dynamischen Vorgänge im Fluid in inkompressible, viskose Strömung und kompressible nichtlineare Akustik ermöglichen. Die Methode ist so formuliert, dass es möglich ist, die Strömungs- und Akustikvorgänge separat zu untersuchen. Für die notwendige Interaktion zwischen dem Pumpengehäuse und dem Fluid können die Strömungs- und akustischen Größen einzeln oder in der Summe berücksichtigt werden.

Mit den anhand einer gekoppelten Berechnung ermittelten Schallschnellen auf der Oberfläche des Pumpengehäuses und unter Verwendung von im Vorfeld berechneten akustischen Übertragungsfunktionen (ATFs) wird das Schallfeld an vorgegebenen Feldpunkten ermittelt. Dieser Teil der Berechnung erfolgt mittels der Boundary-Elemente-Methode im Frequenzbereich.

Mi. 8:30 Grashof C 212

Unterwasserakustik

Ausbreitung von OWEA-Baugeräuschen in der Nordsee

R. Matuschek und K. Betke

itap GmbH

Anthropogene Geräusche im Meer können negative Auswirkungen auf die dortige Fauna haben. Von verschiedenen Seiten wird künstlicher Unterwasserschall deshalb als eine Form von Umweltverschmutzung angesehen, die als solche auf ein Mindestmaß zu beschränken ist. Im ASCOBANS-Abkommen haben sich Deutschland und andere Staaten überdies verpflichtet, Schweinswale in besonderer Weise zu schützen. Intensiver Unterwasserschall entsteht besonders bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA). Im Zuge der Planung und Genehmigung von Offshore-Windparks hat sich dabei gezeigt, dass Defizite bei der technischen Beschreibung von Unterwassergeräuschen bestehen. Eines davon betrifft die Prognose der Schallimmissionen. Die

üblicherweise verwendeten einfachen Rechenmodelle zur Schallausbreitung bilden die reale Situation nur ungenau ab, vor allem bei Entfernungen oberhalb von einigen Kilometern. Die im Vortrag vorgestellte Untersuchung hat das Ziel, die Prognosegenauigkeit zu verbessern. Es werden Modellrechnungen vorgestellt und mit Messungen bei Offshore-Rammarbeiten in Entfernungen bis 50 km verglichen.

Mi. 8:55 Grashof C 212

Unterwasserakustik

Schockwellendämpfung mit einem Luftblasenschleier zum Schutz der Meeressäuger

E. Schmidtke

FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde

Um bei der Räumung von Munitionsaltlasten in der Ostsee die Schockwellen der Unterwassersprengungen zu dämpfen, wurden in den letzten beiden Jahren orientierende Experimente durchgeführt. Die erzielten Dämpfungen lagen bei Sprengungen großer Ladungen unter den Werten, die mit Blasenschleiern bei Rammarbeiten oder Sprengungen kleiner Ladungen erreicht wurden. Über weitere Experimente mit veränderter Versuchsgeometrie wird berichtet.

Mi. 9:20 Grashof C 212

Unterwasserakustik

Untersuchungen zur akustischen Bedämpfung einer Schlepprinne

A. Müller^a, R. Schulze^b und C. Zerbs^a

^aMüller-BBM GmbH; ^bSchiffbau-Versuchsanstalt Potsdam GmbH

Bei der SVA in Potsdam werden akustische Untersuchungen mit Schiffsmodellen in einer Schlepprinne durchgeführt. Unter anderem werden mit einem Hydrofon-Array die dominanten Schallquellen lokalisiert. Die Analyseschärfe des Arrays im Kanal wird durch die halligen Umgebungsbedingungen unter Wasser begrenzt. Um diese zu verbessern, sollen im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsvorhabens Maßnahmen erarbeitet werden, um die Schlepprinne mit Absorbereinrichtungen akustisch zu bedämpfen. Zunächst wurden dazu im Vorfeld verschiedene Konzepte theoretisch untersucht und ihre Wirksamkeit abgeschätzt. Um Materialien experimentell zu bewerten, wurde zur Messung des Absorptionsgrades unter Wasser ein wassergefülltes Kundt'sches Rohr ausgelegt. Im Rahmen des Vortrags werden Ergebnisse zu den einzelnen Projektschritten vorgestellt.

Mi. 9:45 Grashof C 212

Unterwasserakustik

Turbulentes Strömungsgeräusch an gekrümmten Schleppantennen

J. Abshagen und V. Nejedl

FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde

Zu den wichtigsten Anwendung in der Unterwasserakustik zählen SONAR-Systeme, die zur Detektion und Klassifikation von Objekten im Meer in vielfältiger Weise eingesetzt werden. Die Leistungsfähigkeit eines SONAR-Systems wird unter anderem durch das sogenannte Eigenstörgeräusch begrenzt, dessen Ursache insbesondere bei einem vom Träger abgesetzten SONAR maßgeblich in der turbulenten Umströmung zu suchen ist. Es werden Experimente zum turbulenten Strömungsgeräusch von Schleppantennen, sog. "Towed-Arrays", vorgestellt. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt dabei auf dem Eigenstörverhalten gekrümmter Towed-Arrays.

Mi. 10:10 Grashof C 212

Unterwasserakustik

Ein Multilevel-Fast-Multipole-Algorithmus (MLFMM) zur Berechnung der Schallstreuung am Beispiel von Objekten unter Wasser

R. Burgschweiger^a, I. Schäfer^b und M. Ochmann^a

^a*Beuth Hochschule für Technik Berlin*; ^b*FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde*

Die Multilevel-Fast-Multipole-Methode (MLFMM) ermöglicht die Berechnung der Schallstreuung an sehr fein diskretisierten Objekten. Die hierfür benötigte Rechenzeit ist um Größenordnungen geringer als die konventioneller Randelemente-Methoden, da der Algorithmus eine levelbasierte Zusammenfassung der Potentiale "ferner Quellen" zu akustischen Multipolen verwendet, wodurch die Bildung der benötigten Matrix-Vektor-Produkte stark beschleunigt werden kann.

Theorie und Funktionsweise des im Rahmen des Forschungsprojekts "Numerische Detektion von Objekten" in parallelisierter Form implementierten Algorithmus werden beschrieben.

Die erzielten Ergebnisse werden für direkte und iterative BEM-Lösungsverfahren mit und ohne Verwendung des MLFMM-Algorithmus an Streukörpern unterschiedlich feiner Diskretisierung mit lokal wirksamen Randbedingungen dargestellt. Der zeitliche Aufwand der verschiedenen Verfahren wird verglichen und die derzeitigen Grenzen des Algorithmus werden aufgezeigt.

Mi. 14:00 Grashof C 212

Unterwasserakustik

Berechnung der Schallstreuung an Unterwasserobjekten auf dem Meeresgrund mit Hilfe des HalbraumverfahrensI. Schäfer*FWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde*

Die Plane-Wave-Approximation (PWA) oder die Kirchhoff-Approximation sind geeignete Verfahren um die Schallstreuung an konvexen Körpern im Wasser bei hohen Frequenzen zu berechnen. Bei auf dem Meeresgrund liegenden Objekten scheitern diese Verfahren jedoch, da Mehrfachstreuungen zwischen Objekt und dem Boden auftreten. Dieser Beitrag behandelt diese Thematik und liefert mit dem Halbraumverfahren, welches auf den Greens-Funktionen für gekoppelte Fluid-Fluid Halbräume basiert, eine Möglichkeit auch solche Problemstellungen für einen ideal glatten Boden zu lösen.

Mittwoch

Unterwasserakustik (Poster)

Körperschall-Wasserschall-Korrelation bei nieder- und mittelfrequenter LuftschallanregungC. Will^a, E. Schmidtke^b und J. Abshagen^b*^aIEAP, Universität Kiel; ^bFWG (Wehrtechnische Dienststelle 71), Eckernförde*

Eine noch nicht hinreichend geklärte Frage der Hydroakustik ist die der Kopplung von Körperschall und Wasserschall. Es wurden bereits Untersuchungen durchgeführt, bei denen die Struktur eines Schiffes mittels so genannter "Shaker" angeregt wurde. Desweiteren wurde gezeigt, dass Schiffsstrukturen mittels niederfrequenten Luftschalls angeregt werden können. Der Wasserschall wurde dabei mit einer Sonoboje aufgezeichnet. Um die Anregung von Strukturen durch Luftschall und deren Abstrahlung in das Medium Wasser weiter zu untersuchen, wurde während einer Forschungsfahrt mit FS PLANET im Jahr 2009 der Wasserschall mit einem abgehängten Hydrophon für verschiedene Luftschallanregungszustände im niederen und mittlerem Frequenzbereich bis 1kHz untersucht. Ausgewählte Ergebnisse werden vorgestellt.

Mi. 14:25 Grashof C 212

Ultraschall I

High-frequency cavitation bubble fields under shock-wave excitationR. Mettin, M. Alizadeh und T. Kurz*Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut*

Cavitation bubble fields in MHz ultrasound are exposed to shock wave pulses. It is hoped to display "hidden" bubbles by the tensile part of the wave. First results show expansion of visible bubbles, but few "new" bubbles occurring. We try to explain this theoretically. Further experiments are performed with the presence of solid boundaries in the cavitation fields.

Mi. 14:50 Grashof C 212

Ultraschall I

Messungen von Vielblasensonolumineszenz nach Ort, Zeit und Farbe aufgelöst

A. Thiemann, T. Nowak und R. Mettin

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

Neben der Gesamtintensität der Lichtemission ist bei Vielblasensonolumineszenz (MBSL) Information in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung enthalten. Idealerweise wird sogar das optische Spektrum örtlich und zeitlich aufgelöst aufgenommen. Um diesem Ziel näher zu kommen wird hier ein Messaufbau benutzt, der eine bildverstärkte Kamera phasenstarr zur akustischen Anregung kurze Zeitfenster von 100 ns Dauer wiederholt belichtet. Mit einem Delay kann die Lage der Zeitfenster relativ zum Nulldurchgang der Anregung verschoben werden und so die Periode abgetastet werden. Zusätzliche Farbfilter sorgen für eine grobe spektrale Auflösung. Diese Anordnung wird angewendet auf eine Kavitationsblasenstruktur, die vor einem Ultraschallwandler in einer reflektierenden Küvette auftritt. Die Ergebnisse zeigen die Orte und Zeiträume von MBSL in den spektralen Fenstern, woraus man hofft, u.a. Rückschlüsse auf die Temperaturen in den Blasen zu ziehen.

Mi. 15:15 Grashof C 212

Ultraschall I

Experimental Study of Light Emission from Spark Generated BubblesK. Vokurka^a und S. Buogo^b^a*Technische Universität Liberec;* ^b*CNR - Istituto di Acustica 'O. M. Corbino', Roma*

In experiments discussed here spark discharges in water have been used to generate oscillating bubbles. During a spark discharge a high density and high temperature plasma is produced in a small conducting channel between two submerged electrodes. This channel is a source of high intensity optic and acoustic radiation. Due to extremely compressed plasma the channel also expands violently and converts into a radially oscillating almost spherical bubble. The plasma and vapor in the bubble interior cools down during the growth phase which follows the discharge. However, during the next phase (the compression phase) the vapor in the bubble interior is compressed and heated and optic and acoustic pulses are emitted again. Using a photodiode and a hydrophone the optic and acoustic emission from the spark discharge and subsequent bubble oscillation phases could be recorded simultaneously. By analyzing the acoustic wave the bubble size and its oscillation intensity can be determined. However, now these data are accompanied by a light emission record which significantly enhances understanding of the spark bubble behavior. At the meeting the first results obtained by analyzing the measured optic and acoustic records will be presented.

Mi. 15:40 Grashof C 212

Ultraschall I

Liquid streaming in cavitation bubble structuresT. Nowak, A. Thiemann und R. Mettin*Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut*

Flow and streaming in acoustic cavitation bubble structures are intriguing, but hard to observe. Common methods use tracer particles with a size of several micrometers for a good visibility with normal cameras. These particles are quite big compared to acoustic wavelength and bubble sizes at higher ultrasonic frequencies. To observe flows under these conditions or between small bubbles, sub-micrometer particles should be used. However, such particles are too small to be resolved with normal optics. Therefore, we use a special fluorescence microscope setup which is able to show fluorescent particles and bubble structures at the same time. Application to bubble structures and streaming at different frequencies will be presented.

Mi. 16:30 Grashof C 212

Ultraschall I

On bubble stability in a standing sound fieldP. Koch, R. Mettin, U. Parlitz und W. Lauterborn*Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut*

Small bubbles in a standing sound field are driven to the pressure antinodes. For being stably trapped there they must fulfill special stability conditions. The bubble habitat made up of positional and shape stability is calculated in the parameter space of bubble radius and sound pressure amplitude for different sound field frequencies, static pressures and gas saturations of the liquid. It is found that an increase in static pressure increases the bubble habitat and an increase in frequency decreases the bubble habitat. Decreasing the gas concentration in the liquid also decreases the bubble habitat, but usually extends the locations of diffusional stability. Bubble collapse upscaling is possible by increasing the frequency together with static pressure.

Mi. 16:55 Grashof C 212

Ultraschall I

Untersuchung der Auswirkung unterschiedlicher Phasenmuster in Ultraschallwandler-Anordnungen auf die Schalldruckverteilung und die KavitationR. Sobotta und C. Jung*Elma GmbH & Co. KG*

Ausgehend von einer Idee von H. Kuttruff werden Kavitation- und Schalldruckverteilungen für Wandleranordnungen mit verschiedenen Phasenmustern (Vorzeichenmustern) untersucht. Diese Idee beruht auf der Ausbreitung von ebenen Wellen in einer Resonatoranordnung. Die Übertragbarkeit dieser Idee auf reale Wandleranordnungen mit Richtcharakteristik der Wandlerelemente und der Ausbildung von Nah- und Fernfeld wird betrachtet. Untersucht wird, in wie weit diese Idee zu räumlich

gleichmäßigeren Schalldruckverteilungen und Kavitationszonen im Nahfeld, wie in einem Ultraschallgerät, genutzt werden kann. Dazu werden Schallfeldberechnungen und Messungen von Schalldruck und Kavitation verglichen. Die Kavitation wird dabei durch Messung des Kavitations-rauschpegels ermittelt.

Mi. 17:20 Grashof C 212

Ultraschall I

Ultrasonic cleaning of a filtration membrane

F. Reuter, R. Mettin und W. Lauterborn

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

In water treatment membrane filtration plays an important role. A crucial step in running filtration plants is the cleaning of the filtration membrane itself because it clogs fast by the filtered dirt water. While the cleaning is usually done with chemicals, in our work it is performed by ultrasound. To adapt the ultrasound use to the special application the cleaning mechanisms must be understood more deeply. A flexible laboratory-scaled water filtration test plant has been constructed with a polymer membrane as filtration element. In this test plant cleaning mechanisms are investigated with the main focus on cavitation structures and their spatial distributions. As evaluation of cavitation is difficult in general, different measurement techniques have been applied: Acoustic measurements of the sound field in a high spatial resolution and their spectral analysis, showing peculiar patterns in the spatial sound field distribution of the harmonics. These patterns are closely related to the occurrence of certain bubble structures that were more closely investigated visually especially by high-speed videometry. The cleaning performance was controlled by online measurement of the membrane permeability and by microscopic inspection of the membrane surface. Integrity of the fragile membrane is ensured by online particle counting and turbidity measurements of the permeate.

Mi. 17:45 Grashof C 212

Ultraschall I

Verfolgung von chemischen Reaktionen mittels Ultraschallmessungen

J. Müller, S. Kummer, S. Ptacek und D. Fischer

Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.

In der Vergangenheit wurden zahlreiche Methoden entwickelt, um chemische Reaktionen in Echtzeit zu verfolgen. Dabei werden üblicherweise Spektroskopiemethoden wie die Infrarot- und Ramanspektroskopie als Werkzeuge zur Verfolgung von chemischen Reaktionen verwendet. Mit diesen Methoden ist es möglich, chemische Bindungen, die sich im Verlauf der Reaktion auf- oder abbauen zu charakterisieren und auch zu quantifizieren. In diesem Beitrag lag der Fokus der Untersuchungen bei verschiedenen Arten von chemischen Reaktionen. Zum einen wurde die Sol-Gel-Reaktion von TEOS (Tetraethoxysilan) beobachtet. Dieser zweistufige Prozess beinhaltet die Hydrolyse zu einem Sol und die

Kondensation zu Siliziumdioxidnetzwerken, deren Entstehung durch die so genannte Vergelung auch optisch erkennbar ist. Zum anderen wurden verschiedene Polymerisationsreaktionen verfolgt. Bei diesen ist die fortschreitende Reaktion durch einen Anstieg der Lösungsviskosität gekennzeichnet. Es wurden Ultraschallsonden entwickelt, mit denen verfolgende Messungen bei chemischen Reaktionen möglich sind. Zusätzlich zu spektroskopisch bestimmten chemischen Informationen über die Reaktion können nun mittels Ultraschallmessungen on-line Aussagen über akustisch bestimmbare physikalische Eigenschaften getroffen werden. So können Vernetzungsreaktionen von Sol-Gel-Prozessen, welche spektroskopisch nicht einfach erfassbar sind, mittels Ultraschall verfolgt und beschrieben werden. Der Beitrag stellt die Messmethode vor und demonstriert das Potential der Messmethode unter Anderem am Beispiel der Hydrolyse und der Vergelung von TEOS und Lösungspolymerisationen.

Mi. 18:10 Grashof C 212

Ultraschall I

Objektive Parameter zur Bestimmung der Wirkung von Kavitation

C. Koch und K.-V. Jenderka

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Bei der Planung, Dimensionierung und Optimierung von ultraschallunterstützten Prozessen in Industrie und Medizin werden sehr häufig Methoden angewandt, die auf empirischem Wissen oder Erfahrung beruhen. Objektive Anforderungen an Ausgangsgrößen wie z. B. die Reinigungsqualität oder Beschreibungen für ein Qualitätsmanagement sind damit sehr schwierig. Auch im internationalen Vergleich gibt es keinerlei Normen oder Absprachen, so dass Vergleiche zwischen Geräten oder Methoden nicht möglich sind. Im Beitrag werden verschiedene Ansätze gezeigt, wie mit einfachen - praxistauglichen - Mitteln Parameter gewonnen werden können, die verschiedene Anwendungsaspekte der Kavitation beschreiben. Zum Einen werden dafür Schallfeldmessungen eingesetzt, die spektral ausgewertet werden. Zum Anderen werden Wirkungen der Kavitation gemessen. Als Repräsentation der Erosion wird die Zerstörung einer Aluminiumfolie bestimmt, wobei eine Software zwischen Löchern, Abtrag und Eindellungen unterscheidet. Als sonochemische Modellreaktion wird die Reduktion von Jod genutzt. Dazu werden noch Reinigungswirkung und Sonolumineszenz untersucht. Es werden Messungen präsentiert, die qualitative Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern und damit ihre Relevanz zeigen. Zur quantitativen Untersuchung wird eine multivariate Datenanalyse diskutiert.

Mi. 8:30 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Modulares Mess- und Auswertesystem für Mikrofonarraymessungen

E. Sarraj

BTU Cottbus

Bei Messungen zur Lokalisierung und Charakterisierung von Schallquellen ist der Einsatz von Mikrofonarrays zu einem Standardverfahren geworden. Bei der praktischen Umsetzung sieht sich der Anwender jedoch oft einer Reihe von Problemen gegenüber. Dazu zählen sowohl die je nach konkreter Aufgabenstellung sehr unterschiedlichen Anforderungen an Genauigkeit und räumliche Auflösung, die Auswahl des richtigen Signalverarbeitungsalgorithmus als auch die Speicherung und Verwaltung der beträchtlichen Datenmengen. Im Beitrag wird ein an der BTU Cottbus von der Arbeitsgruppe Aeroakustik eingesetztes modulares Mess- und Auswertesystem für Mikrofonarraymessungen vorgestellt. Mit diesem vorrangig für Messungen in Windkanälen eingesetzten Messsystem sind durch die Verwendung verschiedener erweiterbarer Arrays mit variabler Anzahl an Mikrofonen und Aperturen von 40 cm bis 4 m Messungen in einem weiten Frequenzbereich möglich. Je nach Erfordernis können die aufgezeichneten Messdaten mit einer Reihe verschiedener Beamforming- und Entfaltungsmethoden verarbeitet werden. Dabei ist sowohl ein interaktives Postprocessing möglich als auch die automatisierte scriptgesteuerte Auswertung größerer Datenmengen. Bei Windkanal-Reihenmessungen sind oft mehrere hundert bis einige tausend Einzelmessungen auszuwerten. Dazu ist in das System eine Datenbank zur Verwaltung der Messungen integriert, in der neben weiteren Messdaten und Parametern auch die Ergebnisse (z.B. Spektren) zur weiteren Auswertung abgelegt werden. Die Bewältigung des teilweise beträchtlichen Rechenaufwandes wird durch die zeitlich parallele Verarbeitung der Messdaten auf einem Rechnercluster ermöglicht.

Mi. 8:55 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Tiefstfrequenzkalibrierung dynamischer DruckaufnehmerM. Mende^a, H. Nicklich^a und P. Bakardjiev^b^a*SPEKTRA GmbH Dresden;* ^b*TU Dresden, Inst. für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik*

Dynamische Druckaufnehmer finden in sehr unterschiedlichen Branchen und in unterschiedlichsten Bauformen Verwendung. Das Spektrum reicht dabei von der Medizintechnik (Blutdruckmessung, Atemüberwachung) über die Strömungstechnik (Abgasuntersuchungen, Flugzeugbau etc.) bis zur Messung von Infraschall (Flugüberwachung, Windkraftanlagen, Raumakustik, geophysikalische Vorgänge etc.). Mit dem hier vorgestellten Kalibriersystem können nahezu beliebige dynamische Druckaufnehmer im Frequenzbereich 0,1 Hz bis 31,5 Hz hochpräzise kalibriert werden (Messungenauigkeit < 0,05 dB). Das System basiert

auf einem Tieffrequenz-Druckgenerator, der in seiner Wirkungsweise einem Pistonfon ähnlich ist, jedoch den besonderen Anforderungen bei tiefen Frequenzen angepasst wurde. Innerhalb einer Messkammer wird ein Schalldruck mit Pegeln bis zu 124 dB durch einen elektrodynamisch angetriebenen Wellenbalg erzeugt. Die Messkammer ist dabei so groß ausgelegt, dass übliche Bauformen von Prüflingen vollständig aufgenommen werden können. Dies vermeidet die Probleme einer druckdichten mechanischen Adaptierung des Prüflings an die Messkammer und ist auch für die Berücksichtigung des Einflusses der Ventilationskapillare auf den Frequenzgang von Mikrofonen besonders wichtig. Als Bezugsnorm für die Vergleichskalibrierungen wird ein hochpräziser Differenzdrucksensor verwendet, der auf ein nationales Normal zurückgeführt ist. Ein Drucksensor als Bezugsnorm hat im Gegensatz zu Messmikrofonen den Vorteil, dass er bis zu 0 Hz einen linearen Frequenzgang besitzt. Während des Kalibriervorgangs werden Bezugsnorm und Prüfling zeitgleich demselben Schallfeld ausgesetzt. So können z.B. auch mehrere Prüflinge parallel kalibriert werden.

Mi. 9:20 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Breitbandmessplatz zur Prüfung der Richtcharakteristik von Messmikrofonen und Schallpegelmessern

C. Kling, M. Schuster und I. Bork

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

An der PTB muss bei der Zulassungsprüfung von Schallpegelmessern und der Sekundärkalibrierung von Messmikrofonen unter anderem die Richtcharakteristik untersucht werden. Bisher wurde dies im Sinustonverfahren durchgeführt. Dabei wurde für jeden Raumwinkel und jede Frequenz, die von den jeweiligen Normen vorgeschrieben sind, eine eigene Messung durchgeführt. Der Zeitaufwand hierfür ist immens. Nun wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein neuer Messplatz aufgebaut, der mit Breitbandsignalen anstatt mit Sinustönen arbeitet. Die daraus folgende Zeitersparnis ist so groß, dass auch höhere Frequenz- und Raumwinkelauflösungen in vernünftiger Messzeit zu realisieren sind. Dies kommt der Qualität der Prüfungen zugute. Das neue Breitbandverfahren bietet somit bei gleicher Messunsicherheit deutliche Vorteile gegenüber dem bisherigen Sinustonverfahren.

Mi. 9:45 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Prüfverfahren zur Wirkung mechanischer Schwingungen auf Schallpegelmessgeräte

I. Bork

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Schallpegelmessgeräte werden häufig an Orten eingesetzt, an denen starke Schwingungen des Bodens über das Stativ an das Messmikrofon übertragen werden können, z.B. in Fahrzeugen oder Maschinenhallen. Besonders wenn die Schwinganregung in die Hauptmessrichtung

des Mikrofons gerichtet ist, d.h. senkrecht zur Membranfläche, kann der lineare Arbeitsbereich des Messgerätes erheblich eingeschränkt werden. Um diesen Einfluss zu untersuchen, wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem in verschiedenen Frequenzbändern zunächst eine definierte Schwingung mit einer Beschleunigung von 1 m/s^2 dem Prüfling eingeprägt wird. Gleichzeitig wird der Pegel eines zu messenden Schallfeldes mit einem 1 kHz-Sinuston in 1 dB Schritten von 30 dB bis 94 dB variiert. Durch gleichzeitigen Vergleich mit einem ruhenden Referenzschallpegelmessgerät am gleichen Messort wird derjenige Grenzpegel bestimmt, von dem an beide Messinstrumente den gleichen Messwert anzeigen. Dies ist die untere Grenze des linearen Arbeitsbereichs des Prüfling. Typische Werte in den Frequenzbändern mit starkem Schwingungseinfluss liegen im Bereich zwischen 60 dB und 70 dB. Die Darstellung der nichtlinearen Abhängigkeit des angezeigten A-bewerteten Pegels beider Geräte vom vorherrschenden Schallfeldpegel liefert u.a. auch eine Abschätzung für den Beitrag der eigenen Schallabstrahlung des schwingenden Schallpegelmessgerätes.

Mi. 10:10 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Laseroptische Messung des akustischen Dämpfungsverhaltens von Linern

H. Konle^a, C.O. Paschereit^a und I. Röhle^b

^aTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik; ^bDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen

Liner werden in Luftfahrtantrieben unter anderem im Einlauf der Gondel zur akustischen Dämpfung, aber auch in durch Kühlluft durchströmter Form als Brennkammerwandung in Turbinenbrennkammern eingesetzt. Die Dämpfungseigenschaft wurde bereits erfolgreich gezeigt, jedoch sind die physikalischen Phänomene, die zur akustischen Dämpfung durch Liner führen, noch nicht ausreichend verstanden und Gegenstand aktueller Forschung. Herkömmliche Mikrofonmessungen erlauben globale Dämpfungsbetrachtungen, nicht aber die volumetrische Untersuchung des Dämpfungsprozesses über dem Liner. Deshalb wurde eine optische und damit nicht-invasive Messtechnik auf Basis der optischen Interferometrie gewählt, um den Dämpfungseinfluss eines Liners auf die über ihn hinweg laufende akustische Welle näher zu untersuchen. Bei dieser Messtechnik wird die Abhängigkeit des Brechungsindex von der Mediendichte ausgenutzt, um den Verlauf des Schalldruckpegels über dem Liner zu bestimmen. Zweidimensionale Messungen zeigen einen charakteristischen Schalldruckverlauf über dem Liner, der unter Verwendung konventioneller Messtechnik validiert werden kann.

Mi. 14:00 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Anwendung der Particle-Image-Velocimetry für Akustische und Aeroakustische UntersuchungenA. Henning^a, L. Koop^b, K. Ehrenfried^b, S. Kröber^b und C. Spehr^b^a *TU Berlin*; ^b *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen*

Mit Hilfe der Particle Image Velocimetry (PIV) lassen sich in frei wählbaren Ebenen berührungslos orts aufgelöste Geschwindigkeitsmessungen durchführen. Aufgrund der Verfügbarkeit stabil arbeitender diodengepumpter Laser und der Entwicklung von CMOS Kameras mit Aufnahmefrequenzen von bis zu 100 kHz ist es darüber hinaus möglich, die zeitliche Entwicklungen von Schwankungsgrößen mit einem sogenannten High-Speed-PIV (HS-PIV) System zu verfolgen. Die von uns durchgeführten verschiedenen akustischen und aeroakustischen Untersuchungen mit einem solchen HS-PIV System sollen hier vorgestellt werden. Unter anderem wurde das System eingesetzt um den Schnellesensor einer p-u Sonde im Frequenzbereich von 10 - 10.000 Hz zu kalibrieren. Darüber hinaus wird eine experimentelle Methode vorgestellt, welche der Bestimmung des Zusammenhangs von Ursache und Wirkung in der Aeroakustik dient. Dabei wird ein Ansatz verfolgt, der zwei experimentelle Verfahren kombiniert. Die Messung mittels der PIV in einer Ebene liefert Informationen über die ursächlichen Schwankungsgrößen in der Strömung. Synchron dazu werden die emittierten Schallwellen im akustischen Fernfeld durch eine große Anzahl von Mikrofonen erfasst. Durch die Berechnung der Korrelationsfunktion zwischen den aus den Messergebnissen abgeleiteten Größen, können dann akustische Quellregionen identifiziert werden. Die Methode wurde sowohl an einer aeroakustischen Quelle mit starkem tonalem Anteil, als auch an einem breitbandig abstrahlenden Freistrahler erfolgreich angewandt.

Mi. 14:25 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Erkennung und Ortung von akustischen Strömungsgeräuschen an LeckstellenR. Werner^{a,b} und W. Klippel^{a,b}^a *KLIPPEL GmbH*; ^b *TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

In der Produktion von Lautsprechern können verschiedenartige Defekte auftreten, die das Wiedergabeverhalten negativ beeinflussen. Durch Asymmetrien, irreguläre Schwingungsmoden, lose mechanische Verbindungen oder Fremdkörper entstehen angeregte, oft impulsive Störgeräusche durch Anschlagen, Reiben oder parasitäre Vibrationen von Elementen des Lautsprechers. Die abgestrahlten Verzerrungsmuster können nach dem Stand der Technik im Rahmen der Qualitätsüberprüfung messtechnisch ausgewertet werden.

Eine völlig andere Fehlerklasse stellen Undichtheiten und Lecks am Gehäuse oder der Lautsprechermembran dar. Angeregt durch die Auslenkung der Lautsprechermembran, äußern sich diese in pulsierenden, rauschähnlichen Strömungsgeräuschen, die trotz relativ niedrigem Schalldruckpegel meist deutlich wahrnehmbar sind. Sowohl geschlossene, als auch ventilierte Lautsprechersysteme verschiedenster Bauart sind anfällig für derartige Fertigungsfehler und setzen deshalb eine angemessene Qualitätskontrolle voraus. Bisherige messtechnische Ansätze können dies jedoch nur unzureichend gewährleisten.

Zur Detektion und Lokalisierung von Strömungsgeräuschen im Kontext der Qualitätsüberprüfung von Lautsprechern wird ein neuartiges Verfahren vorgestellt. Die auftretenden Strömungsgeräusche werden als amplitudenmodulierter Rauschprozess modelliert und durch inkohärente Demodulation ausgewertet. In Kombination mit etablierten Konzepten zur Messung von Defektverzerrungen werden einfache Verzerrungsmaße abgeleitet, die auftretende Defekte auf Basis typischer Signaleigenschaften sowohl absolut, als auch relativ beschreiben. Anhand präparierter und praxisnaher Messobjekte wird das theoretische Modell verifiziert und Einflussparameter der Detektion von Lecks charakterisiert.

Mi. 14:50 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Optische Messung des Schalldruckes mittels Rayleighstreuung

A. Rausch^a, A. Fischer^a, H. Konle^b, F. Bake^a und I. Röhle^c

^aDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin; ^bTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik; ^cDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen

Die Mikrofontechnik ist eine weit verbreitete Möglichkeit Schalldrücke zu erfassen. Sie hat jedoch den Nachteil eine Sondenmesstechnik und damit invasiv zu sein. Das Mikrofon muss entweder durch eine Bohrung in die Wand des akustischen Kanals eingebaut oder als Störkörper in das Schallfeld eingebracht werden. Ist das akustisch zu vermessende Objekt klein oder stellt es besondere Anforderung an das Mikrofon wie z.B. hohe Temperaturen wird dies häufig zum Problem. Eine nichtinvasive Messtechnik, die es ermöglicht Schalldrücke auch an schwer zugänglichen Stellen zu messen bzw. eine dreidimensionale Vermessung eines Schallfeldes ermöglicht ist daher wünschenswert. Rayleighstreuung ist eine optische Messtechnik, die es ermöglicht Dichteschwankungen und damit Druckschwankungen zeitlich und räumlich aufgelöst zu vermessen. Ein Laserstrahl beleuchtet den zu untersuchenden Messbereich. Die Intensität des in diesem Volumen gestreuten Lichtes ist direkt proportional der Dichte und kann durch Photomultiplier detektiert werden. Dadurch können bei konstanter Temperatur Druckschwankungen im kHz Bereich sichtbar gemacht werden. In einem aus Plexiglas bestehenden akustischen Kanal wurde ein Stehwellenfeld sowohl mit Mikrofonen als auch mittels Rayleighstreuung vermessen. Die Amplituden und Phasen im Maximum und Minimum der Druckschwankung wurden verglichen.

Fehlerquellen und Einsatzgrenzen der optischen Messtechnik im Vergleich zum Mikrofon wurden ermittelt.

Mi. 15:15 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Der perfekte Sweep - Ein neues Anregungssignal zur adaptiven Systemidentifikation zeitvarianter akustischer Systeme

A. Telle, C. Antweiler und P. Vary

RWTH Aachen, Inst. f. Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung

Zur Identifikation und Nachverfolgung zeitvarianter Systeme werden meist wie z.B. beim Normalized Least Mean Square (NLMS) Algorithmus adaptive Filter verwendet. Dabei hat das eingesetzte Anregungssignal entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Systemidentifikation.

Wie in der Literatur (Antweiler 1995) gezeigt wurde, sind sog. perfekte Sequenzen das im Sinne einer maximalen Konvergenzgeschwindigkeit optimale Anregungssignal für den NLMS Algorithmus. Das entscheidende Merkmal dieser periodischen Signale ist ihre perfekte periodische Autokorrelation (PAKF), bei der alle Nebenwerte identisch Null sind.

Beim Entwurf geeigneter Anregungssignale wird üblicherweise eine hohe Energieeffizienz angestrebt. Binäre und spezielle ternäre Pseudo-Rauschsequenzen erfüllen diese Forderung zumindest in der Theorie optimal bzw. annähernd optimal. Müller und Massarani konnten 2001 allerdings zeigen, dass Sweeps bei realer Audio-Hardware weniger Verzerrungen provozieren als solche Pseudo-Rauschsequenzen und deshalb wegen der effektiv besseren Energieeffizienz vorzuziehen sind. Jedoch besitzen Sweeps in der Regel keine perfekte PAKF.

In diesem Beitrag wird die Konstruktion einer neuen Klasse von Sweeps, sog. perfekter Sweeps vorgestellt. Perfekte Sweeps besitzen eine perfekte PAKF und können somit perfekte Sequenzen ohne weitere Anpassungen der Anwendung ersetzen. Dabei profitiert die Anwendung direkt von den günstigen von Müller und Massarani beschriebenen Eigenschaften von Sweeps. Perfekte Sweeps können dabei in beliebigen Längen effizient erzeugt werden.

Mi. 15:40 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Vereinfachtes Messobjekt zur Untersuchung von Unsicherheitsfaktoren bei der Transferpfadanalyse und -synthese

P. Dietrich^a, B. Masiero^a, M. Vorländer^a, S. Bistafa^b und S.N.Y. Gerges^c

^aInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen; ^bUFSP, Sao Paulo (Brasil); ^cUFSC, Florianopolis (Brasil)

Es wurde ein vereinfachtes Modellszenario bestehend aus einer Box mit den Abmessungen 30-50-80 cm³ und eines austauschbaren Deckels zur Untersuchung verschiedener Methoden der Transferpfadanalyse und Synthese (TPA/TPS) entwickelt. Der Kernpunkt beim Vergleich liegt bei eventuellen Fehlern bzw. Grenzen der Methoden und den resultierenden Mess- bzw. Prädiktionsunsicherheiten. Bei der Prädiktion werden sowohl Pegel als auch auralisierte Ausgangssignale berücksichtigt.

Es können sowohl Luftschallausbreitungsszenarien innerhalb der Box und durch die Begrenzungen der Box hinweg, als auch Körperschalleinleitungen am Deckel der Box realisiert werden.

Durch die Wahl eines besonders einfachen Aufbaus, der trotzdem Vielzahl Szenarien zulässt, können verschiedene Laboratorien vor Ort mit ihrer eigenen Messtechnik arbeiten, dennoch bleiben die Messergebnisse vergleichbar. Derzeit arbeiten drei akustische Forschungseinrichtungen nach diesem Aufbau zusammen.

Im Beitrag soll kurz auf den geometrischen Aufbau und die genaue wissenschaftliche Fragestellung eingegangen werden. Zudem werden erste Lösungsvorschläge zur einheitlichen Aufnahme von Transferfunktionen und Ergebnisse der verschiedenen Messteams diskutiert und verglichen.

Mi. 16:05 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Untersuchungen zu Schallfeldern durch Messung und Simulation

W. Henze^a, T. Luft^a, S. Ringwelski^b und H. Tschöke^a

^a*O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Inst. für Mobile Systeme;* ^b*O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik*

Das Abstrahlverhalten einer Struktur hängt wesentlich von ihrer Geometrie ab. Als idealer Strahler soll eine quadratische Stahlplatte dienen, die frei-frei aufgehängt betrachtet wird. Vergleichend wird am Beispiel eines Zylinderkurbelgehäuses das Verhalten einer komplexeren Struktur betrachtet. Als Messverfahren werden die akustische Nahfeldholografie mit einem Combo-Array (SONAH) und mit einem gleichmäßigen Array (STSF-SONAH), das Beamforming mit einem Combo-Array und Intensitätssonden-Messungen angewendet. Zur Einordnung der Messergebnisse wird auf ein mithilfe der FEM erstelltes, strukturemechanisches Modell zurückgegriffen. Die Beschreibung des umgebenden Fluids, in dem sich der Schall ausbreitet, erfolgt unter Nutzung der BEM. Im ersten Teil des Beitrags werden der experimentelle Versuchsaufbau erläutert und die Anwendung der Schalllokalisations-Verfahren beschrieben. Ebenso wird auf die verwendeten Simulationsmodelle kurz eingegangen. Der zweite Teil des Beitrags behandelt die Auswertung der Messungen. Primär werden Korrelationsanalysen der Ergebnisse zwischen den verschiedenen Messverfahren im Frequenzbereich beschrieben und entsprechende Konturplots miteinander verglichen. Zusätzlich werden die Ergebnisse der FE- und BE-Simulationen denen der Experimente gegenübergestellt und bewertet. Abschließend wird eine vergleichende Betrachtung der Mess- und Simulationsmethoden bezogen auf die Komplexität der abstrahlenden Struktur durchgeführt.

Mi. 16:55 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Mobile Phone Performance Evaluation in Background Noise

H.W. Gierlich, F. Kettler, S. Poschen und S. Kengne

HEAD acoustics GmbH

The performance of mobile terminals in the presence of background noise is crucial because this represents the typical use case today. This also motivates the development and conduction of appropriate speech quality tests. The D-value calculated from DELSM according to ITU-T Recommendation G.111 and the ANR in a similar way represent a one-dimensional score indicating the sensitivity differences of a terminal for speech and background noise and is typically used in telecommunication. A more advance method, SNRI is described in ITU-T Rec. G.160. A perceptually based method for determine the performance of terminals in background noise is described in ETSI EG 202 396-3. For objective performance evaluation all methods are compared for different narrow-band and wideband mobile phones. All methods are analyzed with respect to their ability to predict quality parameters of speech in a noisy environment. The results are discussed and conclusions about the applicability and comparability of the methods are drawn.

Mi. 17:20 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Advanced Testing of Wideband TerminalsF. Kettler^a, S. Poschen^a, A. Raake^b und S. Spors^b^a*HEAD acoustics GmbH*; ^b*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*

Communication is migrating towards wideband transmission (50 Hz - 7 kHz). Terminals and networks are developed in order to provide a significant step towards higher speech quality. At the same time, also standardization bodies like ETSI, GCF and the DECT Forum are working on new specifications for terminals. At this stage, network provisioning and wideband terminal testing often only considers the speech codec implementation. It is typically disregarded that speech quality is mainly determined by the acoustic interfaces and the implemented signal processing. In order to setup appropriate speech quality measurements for wideband terminals, existing narrowband and wideband test specifications were reviewed and analyzed. Advanced tests such as double talk performance measurements and quality tests in the presence of background noise have only recently been established for narrowband terminals. They need to be re-considered and established for wideband terminals, too, in order to provide high quality terminals already during market launch. Furthermore wideband requirements can typically not be extrapolated from the narrowband case. This contribution discusses current wideband standards and the development of new speech quality tests and requirements for mobile and fixed wideband terminals.

Mi. 17:45 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Erfahrungen mit der Raumrückwirkung in hoch absorbierenden Halb- und Viertelräumen

C. Bethke und V. Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Für die Ermittlung der Schallleistung von Geräuschquellen im angenäherten Freifeld (ISO 3744) werden hoch absorbierende Messräume benötigt. Abhängig vom Typ der Schallquelle müssen diese Räume einen reflektierenden Boden (Halbraum) oder einen reflektierenden Boden und eine reflektierende Wand (Viertelraum) aufweisen. Die Qualität solcher Räume wird üblicherweise mit einer Referenzschallquelle überprüft, deren Schallleistung aus einer Kalibrierung in einem nach ISO 3745 Anhang A zertifizierten Messraum bekannt ist. Die PTB hat in der Vergangenheit mehrere Halb- und Viertelräume überprüft. Über die Erfahrungen aus diesen Messungen wird berichtet, wobei u.a. auf die Messpunktanordnung bei der Kalibrierung, die Luftdruck- und Temperatureinflüsse sowie die Unsicherheit der ermittelten Raumrückwirkung eingegangen wird.

Mi. 18:10 Grashof C 215

Akustische Messtechnik

Zum Einfluss von Öffnungen auf die komplexe Wandimpedanz bei akustischen Hohlraumresonatoren

A. Peter^a und S. Vassileva^b

^aHTW Dresden; ^bInstitute of Control and System Research, Sofia

Das Ziel der Untersuchungen ist die Bestimmung der komplexen Wandimpedanz Z_W von Wandung und Abschlüssen akustischer Hohlraumresonatoren. Diese Begrenzungsflächen sind durch partielle Öffnungen gestört und können nicht durch idealisierte Randbedingungen abgebildet werden. Solche partiellen Öffnungen können Spalte, Bohrungen, Perforationen, Lochungen oder Gitter sein.

Die komplexe Wandimpedanz Z_W und der komplexe Reflexionsfaktor r werden an ausgewählten Objekten messtechnisch erfasst und mathematische modelliert. Unter bestimmten Randbedingungen werden die drei Spezialfälle schallhart ($r = 1$), schallweich ($r = -1$) und Anpassung ($r = 0$) erreicht. Vor allem der Verlauf des Phasenwinkels φ der komplexen Größen ist für die Modellierung von besonderem Interesse.

Ein mathematischer Zusammenhang zwischen geometrischen Abmessungen und der komplexen Wandimpedanz Z_W kann für die Modellierung von elementaren akustischen Hohlraumresonatoren verwendet werden. Mithilfe der komplexen Wandimpedanz Z_W wird das Reflexionsverhalten und ebenen Schallwellen im Hohlraumresonator vorhergesagt und an Beispielen experimentell validiert.

Es wird ein Verfahren vorgestellt mit dessen Hilfe die komplexe Wandimpedanz Z_W bestimmt bzw. vorhergesagt werden kann. Darüber hinaus wird die komplexe Wandimpedanz Z_W benötigt, um Eigenschaften wie Eigenfrequenz f_0 , virtuelle Wegverlängerung ΔL , Güte Q , sowie

Dämpfungs- und Absorptionseigenschaften von Hohlraumresonatoren zu berechnen bzw. vorausszusagen.

Mi. 8:30 Bauwesen H1

Bauakustik I

Bauakustische Prüfstellen auf dem Prüfstand

S. Stange-Kölling, V. Wittstock und W. Scholl

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die Frage, ob die Ergebnisse eines neuen bauakustischen Prüfstands mit den Ergebnissen bestehender Prüfstände übereinstimmen, ist sowohl für die Hersteller von Baustoffen, als auch für die Prüfstellen selbst von großer Bedeutung. Um diese Frage zu beantworten hat die PTB ein Verfahren zur Zulassung von bauakustischen Prüfständen in Deutschland entwickelt, das in diesem Vortrag vorgestellt werden soll. Zunächst wird die formelle Übereinstimmung des zu prüfenden Laboratoriums mit den Anforderungen der ISO 140 überprüft. Das ist notwendig, da diese Anforderungen die Messgröße erheblich beeinflussen. Im nächsten Schritt nimmt die Prüfstelle an einem Ringversuch teil. Die im neuen Prüfstand erzielten Ergebnisse werden mit bereits vorhandenen Ergebnissen verglichen. Anschließend führen Mitarbeiter der PTB eine Messung in dem neuen Prüfstand durch. Dieses Ergebnis wird wiederum verglichen mit den Ergebnissen, die von den Mitarbeitern des überprüften Laboratoriums erzielt wurden. Abschließend führt dieses Verfahren zu einer klaren Entscheidung, ob die im neuen Prüfstand erzielten Ergebnisse hinreichend genau mit anderen Ergebnissen übereinstimmen. Neben dem theoretischen Hintergrund werden Beispiele und praktische Erfahrungen vorgestellt.

Mi. 8:55 Bauwesen H1

Bauakustik I

Kompaktverfahren zur Ermittlung von Trittschallminderungen

M. Sommerfeld und V. Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die akustischen Eigenschaften von Bodenbelägen werden durch die Trittschallminderung beschrieben. Ihre Messung erfordert den Einsatz eines speziellen Prüfstands, der aus zwei Räumen besteht, die jeweils ein Volumen von ca. 50 m^3 aufweisen. Die Hersteller von Bodenbelägen haben großes Interesse, über eigene Messmöglichkeiten zu verfügen. Der Aufwand ist jedoch für die meist kleinen und mittelständischen Unternehmen unangemessen groß. Daher wurde von der PTB gemeinsam mit dem Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) ein von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) finanziertes Forschungsprojekt durchgeführt. Das Hauptergebnis dieses Projekts ist ein Kompaktmessverfahren, das auf einer ca. 1 m^2 großen Betonplatte basiert, die in einem Stahlgestell schwingungs isoliert gelagert ist. Analog zum derzeit genormten Verfahren wird für die Anregung ein Trittschall-Normhammerwerk verwendet, und es werden zwei Messungen durchgeführt, einmal mit und einmal ohne Bodenbelag. Anstelle des Schalldruckpegels im Empfangsraum wird jedoch die

Beschleunigung oder Schnelle auf der Unterseite der Betonplatte gemessen. Die Differenz der mittleren Körperschallpegel kann nach DIN EN ISO 717-2 ausgewertet werden. Für elastische Bodenbeläge stimmen die Ergebnisse des Kompaktverfahrens im Rahmen der Messunsicherheit mit den Ergebnissen des Normverfahrens überein. Neben diesen Ergebnissen wird im Vortrag auch der theoretische Hintergrund des Verfahrens vorgestellt.

Mi. 9:20 Bauwesen H1

Bauakustik I

Unsicherheiten beim Trittschall

V. Wittstock und W. Scholl

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Messung, Bewertung und Prognose des Normtrittschallpegels sind wesentliche Bestandteile des Schallschutznachweises in Gebäuden. Um Klarheit über die dabei auftretenden Unsicherheiten zu gewinnen, wurde an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt ein vom Deutschen Institut für Bautechnik finanziertes Forschungsprojekt durchgeführt, dessen Hauptergebnisse im Vortrag vorgestellt werden. Gegenüber den bereits bekannten Unsicherheitsbeiträgen bei bauakustischen Luftschallmessungen ist beim Trittschall zusätzlich zu berücksichtigen, dass Absolutmessungen bei Anregung mit einem Trittschall-Normhammerwerk durchgeführt werden. Demzufolge nahm die Untersuchung der spektralen Eigenschaften wie auch der Streuung verschiedener Hammerwerke breiten Raum ein. Eine summarische Betrachtung aller Unsicherheitskomponenten war durch eine Analyse vorliegender Ringversuchsergebnisse möglich. Dabei zeigten sich - vor allem durch den Einfluss des Hammerwerks - etwas größere Unsicherheiten als beim Luftschall. Für den bewerteten Normtrittschallpegel ergab sich unter Wiederholbedingungen im Mittel eine Standardabweichung von 0,5 dB und unter in-situ-Bedingungen von 1,0 dB. Messergebnisse unter Vergleichsbedingungen liegen nicht vor, so dass hierfür eine Standardabweichung von 1,5 dB nur geschätzt werden konnte. Diese Werte werden für das Sicherheitskonzept der DIN 4109 und auch für die Überarbeitung der DIN EN ISO 140-2 vorgeschlagen.

Mi. 9:45 Bauwesen H1

Bauakustik I

Ansatz für ein Rechenmodell zur Prognose der Trittschallübertragung von entkoppelten Massivtreppen

E. Taskan^a, J. Scheck^a, H.-M. Fischer^a und C. Fichtel^b

^aHochschule für Technik Stuttgart; ^bSTEP GmbH

Für den schalltechnischen Nachweis von elastisch gelagerten massiven Treppenpodesten - und Läufen wird ein EN 12354 kompatibles Rechenmodell benötigt, welches eine zuverlässigere Prognose des Norm-Trittschallpegels als das derzeitige Verfahren nach DIN 4109 - Beiblatt 1 ermöglicht. Dort wird für entkoppelte Podeste- und Läufe pauschal ein am Bau zu erreichender bewerteter Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w,R} \leq$

43 dB angegeben, unabhängig von den Eigenschaften der beteiligten Bauteile und der Art der Entkoppelung. Der verfolgte Ansatz basiert auf dem Verfahren nach EN 12354-2 und sieht die Verwendung von mess-technisch bestimmten Eingangsdaten aus dem Treppenprüfstand vor. Die Verwendung von gemessenen Eingangsdaten ist aufgrund der Komplexität des Übertragungssystems zielführend. Andererseits muss eine Anpassung an die tatsächlichen Gegebenheiten am Bau erfolgen. Im Beitrag werden hierzu Möglichkeiten vorgestellt und diskutiert.

Mi. 10:10 Bauwesen H1

Bauakustik I

Helmholtzresonatoren zur Absorption tieffrequenten Trittschalls

U. Schanda, M. Schramm und J. Otto

Hochschule Rosenheim

Leichte Holzdecken sind bekannt für deren hohe Trittschallpegel im tief-frequenten Bereich. Spektrumsanpassungswerte, erweitert auf den Fre-quenzbereich 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, wel-che eingebaut als konstruktive Komponente der Decke den tieffrequen-ten Trittschall absorbieren. Im Rahmen eines laufenden Forschungspro-jektes wurden derartige, auf den Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 100 Hz abgestimmte Resonatoren untersucht. In einem ersten Arbeits-schritt wurden die Resonatoren auf deren vibro-akustische Eigenschaf-ten hin vermessen sowie deren Wirkung im Schallfeld als auch in ei-ner Druckkammer als Modell eines Deckenhohlraums beleuchtet. Er-gebnisse daraus sowie aus separaten Hallraummessungen und auch aus FEM-Berechnungen werden präsentiert werden. In einem zweiten Arbeitsschritt werden die Helmholtzresonatoren in einer Holzbalkende-cke integriert und deren Auswirkung auf den tieffrequenten Trittschall untersucht. Auch hierzu sollen erste Ergebnisse vorgestellt werden.

Mi. 14:00 Bauwesen H1

Bauakustik I

Übertragbarkeit von Prüfstandsmessergebnissen für entkoppelte Massivtreppen auf Bausituationen

C. Fichtel^a, J. Scheck^b, E. Taskan^b und H.-M. Fischer^b

^aSTEP GmbH; ^bHochschule für Technik Stuttgart

Eine zuverlässige Prognose des Norm-Trittschallpegels von elas-tisch gelagerten massiven Treppenpodesten - und Läufen ist derzeit nicht möglich. Im Rahmen eines Forschungsprojektes soll ein EN 12354 kompatibles Rechenmodel entwickelt werden. Die maßgebli-chen Einflussgrößen für die Trittschallübertragung von entkoppelten Treppenpodesten- und Läufen wurden im Treppenprüfstand eingehend untersucht. Im Fall der entkoppelten Podestlagerung zeigte sich, dass

maßgebliche Effekte für die Übertragung rechnerisch nicht mit vertretbarem Aufwand und zufriedenstellender Genauigkeit nachgebildet werden können. Demgegenüber ist eine messtechnische Bestimmung von Eingangsdaten an einem bekannten Referenzaufbau als Basis für eine Prognose am Bau zielführend. Die Übertragbarkeit von Prüfstandsergebnissen wurde anhand von Messungen am Bau überprüft. Daraus ergaben sich Erkenntnisse zur Auswirkung unterschiedlicher Podestgeometrien (anderes Schwingungsverhalten), Einfluss der Lagerpressung, Einfluss flankierender Bauteile und allgemein zur Ausführungssicherheit am Bau. Diese werden im Beitrag vorgestellt.

Mi. 14:25 Bauwesen H1

Bauakustik I

Korrekturwert KT beim Nachweis des Trittschallschutzes

F. Schnelle^a und R. Kurz^b

^aKurz u. Fischer GmbH, Zweigbüro Halle; ^bKurz u. Fischer GmbH

Für Berechnungen der Trittschalldämmung sind in Beiblatt 1 zu DIN 4109 zur Berücksichtigung der Ausbreitungsverhältnisse zwischen dem Sende- und Empfangsraum Angaben zum Korrekturwert KT enthalten. Für die diagonale Trittschallübertragung wird zur Anwendung des Korrekturwertes KT bei den Trennwänden eine flächenbezogene Masse von $m' \geq 150 \text{ kg/m}^2$ gefordert. Weitere Angaben zum Gültigkeitsbereich der KT-Werte nach Tabelle 36 sind in der Norm nicht aufgeführt.

Das vereinfachte Berechnungsmodell nach DIN EN 12354-2, welches im Rahmen der Überarbeitung der DIN 4109 eingeführt werden soll, kann nur für die Prognose der Trittschalldämmung bei der vertikalen Übertragung von oben nach unten angewendet werden. Für die notwendigen Berechnungen der Trittschalldämmung bei davon abweichenden Ausbreitungsverhältnissen müssen Korrekturwerte berücksichtigt werden.

Messtechnische Untersuchungen der Trittschalldämmung in Gebäuden bei unterschiedlichen Ausbreitungsverhältnissen werden vorgestellt und mit den vorliegenden Angaben der Korrekturwerte KT verglichen. Auf Grundlage dieser Messungen und von Berechnungen werden Empfehlungen zur Anwendung der Korrekturwerte angegeben.

Mi. 14:50 Bauwesen H1

Bauakustik I

Neue Messmethode für Gehschall

R. Bütikofer

Empa, Dübendorf (CH)

Gehschall ist der Schall, der in den Raum abgestrahlt wird, in welchem sich die gehende Person befindet. Ausgedehnte Untersuchungen des Zusammenwirkens des Schuh-Absatzes mit den Laminat-Fussbodensystemen führten zur Einsicht, dass der Gehschall nur mit Hilfe eines "künstlichen Schuhs" adäquat gemessen werden kann. Das in der Bauakustik verwendete Normhammerwerk entspricht diesen Anforderungen nicht. Der "künstliche Schuh" besteht aus einem Impulshammer mit einem relativ harten Kunststoff als Schlagkopf. Die Kraftmessdose im Impulshammer erlaubt die Normierung der Schlagstärke

auf eine standardisierte Auftreffgeschwindigkeit. Die Messmethode wurde im Auftrag der EPLF (European Producers of Laminate Floorings) entwickelt und liegt als ausformulierter Vorschlag in der CEN Arbeitsgruppe "Walking noise on floors" (TC 126/WG 1/AHG 7) vor. Im Vortrag werden die Probleme des sehr subtilen Zusammenwirkens der Quellen- und Fussbodenimpedanz bei Laminat-Fussböden vorgestellt sowie die konkrete Anwendung der Messmethode.

Mi. 15:15 Bauwesen H1

Bauakustik I

Messung von Gehgeräuschen

W. Scholl

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Menschliches Gehen ist auf unterschiedlichen Bodenbelägen unterschiedlich laut. Da es Länder mit Vorschriften hierzu gibt, hatte die europäische Normungsorganisation CEN einer Arbeitsgruppe den Auftrag erteilt, ein entsprechendes Mess- und Beurteilungsverfahren für Gehgeräusche zu entwickeln. Im vorliegenden Beitrag wird ein Verfahren mit folgenden Eigenschaften vorgestellt: Anstelle der nicht existenten europaweit typischen Geherin mit den passenden Schuhen wird als Quelle auf das Trittschall-Normhammerwerk zurückgegriffen. Die sehr aufwändige Vorab-Bestimmung der oft leider erheblichen Eigengeräusche der eingesetzten Hammerwerke wird durch eine einfache Differenzmessung ersetzt. Zu messen ist in beiden Räumen eines Deckenprüfstandes nach ISO 140-1. So kann "nebenbei" der laborspezifische Beitrag der Rohdecke zum Gehgeräusch durch einheitliche Werte einer Bezugsdecke ersetzt werden. Eine obligatorische Unsicherheitsberechnung zeigt schließlich an, inwieweit das Hammerwerk für die vorgenommene Messung brauchbar war. Erste Messungen mit drei sehr verschiedenen Bodenbelägen und Hammerwerken verliefen viel versprechend.

Mi. 16:05 Bauwesen H1

Bauakustik I

Prüfergebnisse Schalldämmung 2-schaliger Haustrennwände aus Porenbeton

K. Naumann

Xella T+F

Welcher Schallschutz mit 2-schaligen massiven Haustrennwänden von Doppel- und Reihenhäusern erreichbar ist wird vielfach diskutiert. Die Prüfergebnisse hängen u.a. von dem Umfang der Trennung der Gebäudeabschnitte ab. Es werden Prüfergebnisse des bewerteten Schalldämm-Maßes von Messungen von 2-schaligen Haustrennwänden aus Porenbeton in Doppel- und Reihenhäusern in verschiedenen Ausführungen vorgestellt.

Mi. 16:30 Bauwesen H1

Bauakustik I

**Verlustfaktor-Korrektur bei gefülltem Ziegelmauerwerk Teil 1:
Einfluss der Füllung auf die innere Dämpfung**L. Weber^a, S. Müller^a, M. Schneider^b und H.-M. Fischer^b^a*Fraunhofer Institut für Bauphysik*; ^b*Hochschule für Technik Stuttgart*

Um die Wärmedämmung von Außenwänden aus Hochlochziegeln weiter zu verbessern, werden die Hohlräume der Steine in zunehmendem Maße mit thermisch isolierenden Materialien gefüllt. Neben der Wärmeisolation wirkt sich dies auch auf die akustischen Eigenschaften der Steine aus. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Verlustfaktor-Korrektur der Schalldämmung nach DIN EN 12354-1. Die Thematik wurde von der Hochschule für Technik, Stuttgart und dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik in einem gemeinsamen Forschungsvorhaben untersucht und wird hier als zweiteiliger Beitrag präsentiert.

Im ersten Teil des Beitrages werden zunächst in kurzer Form die Grundlagen der Verlustfaktor-Korrektur bei Lochsteinwänden erläutert. Wegen der bei Lochsteinen vorhandenen Eigenschwingungen ist hier gegenüber massivem Mauerwerk ein modifiziertes Korrekturverfahren erforderlich. Anschließend wird über neue Forschungsergebnisse zum Einfluss der Füllung auf den Verlustfaktor von Hochlochziegeln berichtet. Obgleich zwischen den verschiedenen Arten von Steinen deutliche Unterschiede bestehen, ist insgesamt gesehen ein deutlicher Anstieg der inneren Dämpfung erkennbar, der eine Erhöhung des bewerteten Schalldämm-Maßes von im Mittel 1,6 dB bewirkt.

Die durchgeführten Untersuchungen erfolgten auf messtechnischer Basis, wobei Schalldämmung und Verlustfaktor gleichartiger Steine mit und ohne Füllung verglichen wurden. Um den Untersuchungsaufwand zu verringern, wurden die Messungen an im Fensterprüfstand eingebauten Steinverbänden durchgeführt. Anwendungsbereich und Genauigkeit dieses Verfahrens sind gleichfalls Thema des Tagungsbeitrages.

Mi. 16:55 Bauwesen H1

Bauakustik I

**Verlustfaktor-Korrektur bei gefülltem Ziegelmauerwerk Teil 2:
Einfluss der Randanbindung auf den Verlustfaktor und die Schalldämmung**M. Schneider^a, H.-M. Fischer^a und L. Weber^b^a*Hochschule für Technik Stuttgart*; ^b*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Der zweite Teil des Vortrages behandelt den Einfluss der Randanbindung auf den Verlustfaktor und die Schalldämmung von gefülltem Hochlochziegelmauerwerk. Um den Einfluss der Randanbindung auf die Energieableitung und damit auf die Schalldämmung von Lochsteinwänden zu klären, wurden mehrere dieser Wände im Wandprüfstand der HFT aufgebaut. Hier wurde in einem ersten Schritt ein sogenannter "elastischer" Einbau (Mauerwerkswand dreiseitig vom Prüfstand getrennt) realisiert und Schalldämm-Maß und Verlustfaktor messtechnisch

ermittelt. Im zweiten Schritt wurden die Wände "starr" mittels Mauermörtel an den Prüfstand angeschlossen. Damit konnten zwei unterschiedliche Einbausituationen der gleichen Wand im gleichen Prüfstand realisiert werden. Mit den unterschiedlichen Anschlussbedingungen wurde das modale Schallfeld auf der Wand, die Energieableitung der Wand in den Prüfstand und die Schalldämmung verändert. Die Schalldämmung der Lochsteinwände erhöht sich oberhalb der Grenzfrequenz durch das Anmörteln der Wand deutlich. Gleichzeitig erhöht sich in diesem Frequenzbereich der Energieabfluss von der Wand in den angeschlossenen Prüfstand. Dies gilt allerdings nur bis ca. 3 Terzen unterhalb des Maximums des Resonanzeinbruchs in der Schalldämmkurve. Ab dieser Frequenz ist keine signifikante Änderung des Verlustfaktors noch des Schalldämm-Maßes der Wand aufgrund der unterschiedlichen Randanbindung festzustellen. Aufgrund der Ergebnisse wird ein Verfahren zur Verlustfaktor-Korrektur von Lochsteinen vorgeschlagen.

Mi. 17:20 Bauwesen H1

Bauakustik I

Messung der Schalldämmung von Fassadenbauteilen mit Intensitätsmesstechnik in Anlehnung an ISO 15186 und Vergleich mit Messungen nach ISO 140-5

R. Volz^a, A. Jakob^a und C. Maschke^b

^a*advacoustics - Dr. André Jakob & Dr. Rudi Volz GbR*; ^b*FBB Maschke, Berlin*

Die Messung der Gesamtschalldämmung von Fassaden kann bekanntermaßen nach DIN EN ISO 140-5 erfolgen. Zur Messung der Schalldämmung von einzelnen Bauteilen der Fassade (Fenster, Türen, Wände, Rolladenkästen, etc.) und zum Auffinden von Schwachstellen steht die Intensitätsmesstechnik zur Verfügung. Im Vortrag wird über Erfahrungen bei der Anwendung von Intensitätsmessungen am Bau zur Ermittlung der Außenschalldämmung von Fassadenelementen berichtet. Die DIN EN ISO 15186-1 sowie die ISO 15186-2 beschreiben Verfahren zur Bestimmung der Schalldämmung von Bauteilen zwischen Räumen in Prüfständen bzw. in Gebäuden. In Anlehnung an diese Normen wurden Messungen der (Außen)-Schalldämmung von Fassadenelementen mehrerer Fassaden durchgeführt. Aus den Schalldämmmaßen der Fassadenelemente wurden jeweils die Gesamtschalldämmungen der verschiedenen Fassaden errechnet und mit Messwerten verglichen, die nach DIN EN ISO 140-5 bestimmt wurden.

Mi. 17:45 Bauwesen H1

Bauakustik I

Vom Altbau zum akustisch optimierten Passivhaus - Schallschutz von hochwärmedämmenden Fassaden

A. Drechsler, R. Marin und H.-M. Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Die energetische Sanierung von Wohngebäuden bietet in Deutschland ein enormes Einsparpotential. Eine Vielzahl der zur Sanierung

anstehenden Gebäude befindet sich jedoch im innerstädtischen Bereich mit entsprechend hoher Verkehrslärmbelastung an den Fassaden. Nachträglich aufgebrachte Dämmsysteme können hierbei den Schallschutz von Außenwänden insbesondere im tieffrequenten Bereich erheblich verschlechtern. Fenster, Rolladenkästen und Lüftungseinrichtungen stellen weitere akustische Schwachpunkte dar. An der Hochschule für Technik in Stuttgart wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Bogen zwischen energetischer Sanierung und Schallschutz gegen Außenlärm gespannt. Als Zielgröße für die energetische Sanierung von Altbauten wird dabei der sehr anspruchsvolle Passivhausstandard angestrebt. Ziel des Projektes ist es, Auswirkungen auf und Optimierungspotentiale für den Schallschutz gegen Außenlärm von Wohngebäuden im Zuge einer energetischen Sanierung hin zum Passivhausstandard zu untersuchen und über einen Leitfaden für die Planung und Ausführung durch die Bauwirtschaft zu erschließen. Im Rahmen des Beitrages werden das Forschungsvorhaben, die Vorgehensweise, sowie Ergebnisse der akustischen Untersuchungen von hochwärmedämmenden Fassadensystemen vorgestellt.

Mi. 18:10 Bauwesen H1

Bauakustik I

Vom Altbau zum akustisch optimierten Passivhaus - Schallschutz von Rolladenkästen und Lüftungsöffnungen bei der Altbauanierung

R. Marin

Hochschule für Technik Stuttgart

In einem derzeit laufenden Projekt der Hochschule für Technik in Stuttgart wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Bogen zwischen energetischer Sanierung und Schallschutz gegen Außenlärm gespannt. Für die energetische Sanierung von Altbauten wird dabei der hoch anspruchsvolle Passivhausstandard angestrebt. Durch besonders energieeffiziente Bauteile und durch Einbau einer dezentralen Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung kann dieser Standard erreicht werden.

Der Beitrag bezieht sich inhaltlich auf den allgemeineren Beitrag "Vom Altbau zum akustisch optimierten Passivhaus - Schallschutz von hochwärmedämmenden Fassaden" und erläutert im Speziellen das akustische Verhalten von passivhausgeeigneten Rolladenkästen und Lüftungsöffnungen. Es werden geeignete Bauteile und Systeme vorgestellt, die Ergebnisse akustischer Messungen präsentiert und durch Berechnungen ergänzt, die den Einfluss der betrachteten Bauteile auf die Gesamtschalldämmung von Fassaden verdeutlichen. Der Fokus liegt auf dem erreichbaren Schallschutz durch eine sinnvolle Kombination energieeffizienter Bauteile.

Mittwoch

Bauakustik I (Poster)

Akustische Abnahme von Freifeldräumen - Vergleich Sinuseinzeltöne mit MultisinussignalenG. Babuke, W. Schneider und K. Bay*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Die Qualität eines Freifeldraumes wird hauptsächlich von den Eigenschaften der Schall absorbierenden Raumauskleidung bestimmt. Der Eignungsnachweis erfolgt durch eine Prüfung der Schalldruck-Pegelabnahme nach der Norm ISO 3745. Als Prüfschall werden Sinussignale sowohl von Einzeltönen als auch einer Mischung von Einzeltönen, die sich um mehr als ein Frequenzband voneinander unterscheiden, vorgegeben. Hierbei ist die Prüfschallquelle schrittweise über den gesamten Frequenzbereich bei den jeweiligen Terzmittenfrequenzen mit diskreten Frequenzen zu speisen. Der Multisinus ist als eine Methode zur wesentlichen Zeiteinsparung gegenüber der sequentiellen Abtastung jedes Einzeltones erlaubt. Es stellt sich aber die Frage, welchen Einfluss die Gestaltung des Multisinus auf die Messergebnisse hat und ob der genannte Frequenzbandabstand notwendig ist. Es Im Poster werden die Ergebnisse der draw away Messungen mit Einzeltönen denen mit Multisinustönen bei genau einem Frequenzbandabstand gegenüber gestellt und bewertet.

Mittwoch

Bauakustik I (Poster)

Übertragungsverhalten von RohrschellenA. Meister, L. Weber und S. Öhler*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Rohrschellen erfüllen im Bauwesen eine wichtige akustische Funktion, da sie die Körperschallübertragung von schwingenden Rohren, wie z. B. Trinkwasser- und Abwassersystemen, in den Baukörper wirksam herabsetzen. Hierzu ist es jedoch erforderlich, dass die Schellen eine hinreichende Einfügungsdämmung aufweisen, was z. B. mit Hilfe geeigneter Elastomereinlagen erreicht wird. Bislang gibt es jedoch nur wenige Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen der Konstruktion und den akustischen Eigenschaften von Rohrschellen. Die hierzu im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführten Untersuchungen umfassten zwei Themenbereiche: Aufbau einer vereinfachten Messeinrichtung zur Bestimmung der Einfügungsdämmung von Rohrschellen. Entwicklung und Erprobung verschiedener Maßnahmen zur Optimierung der akustischen Eigenschaften.

Die Untersuchungen erfolgten beispielhaft an Rohrschellen für Abwassersysteme. Es wird über erste Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten berichtet.

Mittwoch

Bauakustik I (Poster)

Einfluss der Montage auf das Geräuschverhalten von AbwassersystemenJ. Mohr, L. Weber und A. Meister*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Neben Rohren und Formteilen werden die von Abwassersystemen in Bauten hervorgerufenen Geräusche in starkem Maße von den verwendeten Rohrschellen bestimmt. Die Schellen dienen nicht nur zur Befestigung des Rohrsystems, sondern erfüllen zugleich die Funktion eines körperschallisolierenden Elements. Es ist hinlänglich bekannt, dass sich Abwassergeräusche durch den Einsatz geeigneter Schellen erheblich vermindern lassen und dass dabei auch Montageeinflüsse (Anzugsmoment der Klemmschrauben, Zentrierung des Rohrs in der Schelle, Lastabtragung, etc.) eine wichtige Rolle spielen. Systematische Untersuchungen zum akustischen Einfluss der Montagebedingungen stehen jedoch bislang noch aus.

In dem Beitrag wird über entsprechende Messungen an zwei verschiedenen Arten von Rohrschellen berichtet. Hierbei wurden neben marktüblichen Standardschellen insbesondere auch schalltechnisch optimierte Doppelschellen (so genannte Stütz- und Fixierschellen) betrachtet, da diese Art von Schellen den bisherigen Erfahrungen zufolge besonders empfindlich auf Montageeinflüsse reagiert. Die Messungen erfolgten gemäß DIN EN 14366 bei konstanten Wasserdurchfluss des Rohrsystems in einem speziellen bauakustischen Prüfstand.

Mittwoch

Bauakustik I (Poster)

Geräuschverhalten von HandbrausenS. Öhler, N. Bitzer und L. Weber*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Die Messung der Installationsgeräusche von Bade- und Duschwannen am Bau erfolgt gemäß DIN EN ISO 10052 durch Geräuschanregung mit dem vor Ort vorhandenen Brausekopf. Hierbei wird der Brausekopf in die höchste Stellung gebracht, die Wasserarmatur voll geöffnet und der resultierende Geräuschpegel beim Aufprall des Wasserstrahls auf die Wannenoberfläche gemessen. Das Ergebnis dieser Messung hängt in starkem Maße von der Art und der Einstellung (normal, soft, Massage, etc.) des Brausekopfes ab. Um reproduzierbare und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wird daher im Fraunhofer-Institut für Bauphysik zur Geräuschanregung ersatzweise ein genormter Wasserauslass, das so genannte Körperschallgeräuschnormal (KGN) verwendet. In dem Beitrag werden Messergebnisse mit marktüblichen Handbrausen und mit dem KGN am Beispiel einer typischen Duschwanne miteinander verglichen. Dabei werden u. a. der Einfluss von Wasserdruck und Durchfluss sowie der Höhe der Wasserquelle über dem Wannenboden betrachtet. Des Weiteren wird untersucht, wie die nach DIN EN ISO 10052 ermittelten Messwerte mit den Geräuschen übereinstimmen, die beim

Duschen einer realen Person entstehen. Aus den durchgeführten Messungen lassen sich Hinweise für eine mögliche Verbesserung des genormten Messverfahrens im Hinblick auf einen stärkeren Praxisbezug entnehmen.

Mittwoch

Bauakustik I (Poster)

Stoßstellen im Holzbau - Planung, Prognose und Ausführung

M. Schramm^a, A. Rabold^b und U. Schanda^a

^a*Hochschule Rosenheim*; ^b*ift Schallschutzzentrum, Rosenheim*

Durch die geplante Übernahme des europäisch harmonisierten Berechnungsverfahren nach EN 12354 in die neue DIN 4109, werden für den Nachweis der Schalldämmung neue Planungsdaten erforderlich. Neben den Planungsdaten für die direkte Übertragung des Trennbauteils, werden Daten für die Stoßstellen zwischen Trennbauteil und flankierenden Bauteilen benötigt.

Die Erarbeitung dieser Planungsgrundlagen in Form von Bauteilkatalogen zeigte besonders bei Bauteilen in Holzbauweise deutliche Lücken für die Beurteilung der Stoßstellen und der daraus resultierenden Flankenübertragung auf. Um diese Lücken zu schließen, wurden in den letzten Jahren von verschiedenen Stellen Untersuchungen vorangetrieben und veröffentlicht, deren Ergebnisse zur Prognose der Flankenübertragung in diesem Beitrag zusammengestellt und interpretiert werden.

Über die Zusammenstellung hinaus werden die Verbesserungsmöglichkeiten durch elastische Entkopplungen der Stoßstellen untersucht und die Anwendbarkeit der Planungsdaten durch Berechnungsbeispiele überprüft. Hierbei wird eine vereinfachte Berechnung mit Vernachlässigung der gemischten Übertragungswege (Fd, Df) der genaueren Berechnung gegenübergestellt.

Mi. 8:30 Bauwesen H2

Music Processing II

Automatic Recognition of Tonal Instruments in Polyphonic Music from different Cultural Backgrounds

J. Abeßer, M. Kahl, C. Dittmar und H. Großmann

Fraunhofer IDMT

This paper describes a feature-based approach for the note-wise classification of instruments in a polyphonic music segment. To reduce the amount of potential misclassification due to spectral overlapping of different instruments, we perform a pre-selection of notes. In doing so, we allow at most two instrument notes to overlap at the same time. If a dominant instrument is present, we try to detect it according to a majority decision of all note-wise classification results. Two evaluation experiments for selections of both western and non-western instruments are performed to examine the applicability of the implemented features for instrument recognition in a world-music context. For this purpose, we used three commonly used large-scale databases of instrument sounds.

They contain samples recorded with varying instruments, recording conditions, performers, dynamic range and playing techniques. Furthermore we compile a novel database for non-western instruments. In addition to well-established audio features such as MPEG7 features and MFCC, we introduce a selection of novel features. For instance, the course of the envelopes is characterized for each harmonic separately and in comparison to the fundamental frequency.

Mi. 8:55 Bauwesen H2

Music Processing II

Classification of Electronic Club-Music

D. Gärtner^a, C. Zipperle^b, C. Dittmar^a und J. Abeßer^a

^a*Fraunhofer IDMT*; ^b*Universität Karlsruhe (TH)*

Technical advances like broadband internet access and digital vinyl systems have made digital music distribution one of the major ways to obtain music. Services like beatport or djtunes give Djs and other music-loving people the opportunity to obtain hundreds of thousands of songs from the electronic club- music genre.

Music discovery in databases of this size is challenging. Besides artist and title information, music providers therefore arrange their content into classes, e.g., subgenres. This way of expressing similarity according to musical attributes can be helpful to find new music. Generally, the class labels are assigned manually, which is a time consuming procedure that requires to be done by music experts.

We present a system for the automatic content-based classification of electronic club-music into 15 different electronic club-music subgenres. Features from the timbre and rhythm domain are extracted, then a classifier is trained incorporating feature selection, feature space transformation, and machine learning techniques. In the development phase, parameters are determined using 5-fold cross-validation. The performance of the final system is evaluated with an additional test set.

Mi. 9:20 Bauwesen H2

Music Processing II

Der Einfluss von farbigem Licht auf das Hörerleben von Musik im Heimbereich

J. Skowronek und D. Aliakseyeu

Philips Research, Eindhoven

Menschen sind häufig multi-modaler Unterhaltung (hier Musik und Licht) ausgesetzt, angefangen bei der Lichtshow auf einem Musikkonzert bis hin zum Musik-Visualizer Plugin für den Media Player auf dem Computer. Üblicherweise benötigen multi-modale Unterhaltungen eine manuelle Bedienung durch den Benutzer (Lichtshow) oder sie verwenden relativ einfache Verarbeitungsmethoden ohne Anwendung eines tieferen Verständnisses über den erzielten Effekt (Visualizer).

Um sicher zu stellen, dass ein zwischen den beiden Modalitäten Musik und Licht ein harmonisierender Effekt erreicht wird, ist ein besseres Verständnis über die Wechselwirkung von Musik und Licht von Vorteil. Auf

das Musikhören im Heimbereich konzentrierend, wäre eine Fragestellung, die dafür zu klären ist, ob und durch welches Musik-Licht-Verhalten das Hörerleben von Musik positiv beeinflusst werden kann.

Dieser Konferenzbeitrag berichtet von einem ersten mehrteiligen Experiment um dieser Fragestellung nach zu gehen, wobei der Schwerpunkt der Untersuchung auf dem Heimbereich lag.

Diskussionsgruppen und zwei Experimente zeigen, dass statisches farbiges Licht gegenüber weissem Licht das Hörerleben von Musik im Heimbereich verbessert. Zudem kann dynamisches Lichtverhalten zur Musik diesen Effekt verstärken; dieses hängt aber stark von der tatsächlichen Implementation des Verhaltens ab.

Mi. 9:45 Bauwesen H2

Music Processing II

Interaktive Visualisierung von großen Musiksammlungen unter Berücksichtigung projektionsbedingter Verzerrungen

S. Stober, S. Loose und A. Nürnberger

O.-v.-Guericke-Universität Magdeburg, FIN-ITI

Viele Ansätze zur Visualisierung von Musiksammlungen basieren auf Techniken, bei denen Objekte (Musikstücke, Alben oder Künstler) aus einem hochdimensionalen Merkmalsraum für die Darstellung in den 2- oder 3-dimensionalen Raum projiziert werden. Um eine übersichtliche Darstellung erreichen zu können, kommt es bei dieser Abbildung aufgrund der Verteilung der Objekte im Merkmalsraum meist zwangsläufig zu einer Verzerrungen der Abstände in der Projektion. Für den Betrachter führt es zum Beispiel zu den Problemen, dass benachbarte Objekte sich gar nicht so sehr ähneln, wie es die Darstellung vermuten lässt, oder weit von einander entfernte Objekte sehr ähnlich sind.

In diesem Beitrag werden zunächst kurz grundlegende Probleme der Projektion von hoch- in niedrigdimensionale Räume diskutiert und dann eine interaktive Visualisierungstechnik vorgestellt, die eine globale Sicht auf eine Musiksammlung ermöglicht und dabei mit adaptiven Filterfunktionen und multifokalem Zoom die beschriebenen Verzerrungsprobleme gezielt adressiert.

Mi. 10:10 Bauwesen H2

Music Processing II

Schutz von Multi-Media Content vor der Extraktion einzelner Tonspuren

M. Ihle

German University in Cairo

Bei der Speicherung und Übertragung von Multi-Media-Content können einzelne Tonspuren separat gespeichert oder übertragen werden (z.B. via MPEG-4). Neben der intendierten Nutzung der Tonspuren im Endgerät können damit auch Karaoke-Versionen abgeleitet oder die Singstimme eines Mediums mit den Background-Spuren eines anderen Mediums kombiniert werden („mashup“). Diese nicht-intendierte Nutzungsmöglichkeit schreckt Autoren und Produzenten häufig davor zurück, mehrkanaligen Content anzubieten.

Sind einzelne Tonspuren verschlüsselt, so müssen diese zunächst im Endgerät wieder entschlüsselt werden, bevor sie mit anderen Tonspuren gemischt werden können. Dies bietet technisch versierten Personen prinzipiell die Möglichkeit, auf die entschlüsselte Tonspur zuzugreifen. Die Verschlüsselung hat daher nur sehr begrenzten Nutzen. Dieser Beitrag stellt ein Verfahren für das ‚Digital Rights Management‘ vor, mit dem nur die Wiedergabe von zulässigen Kombinationen einzelner Tonspuren in guter Klangqualität möglich ist.

Es wird ein Verfahren vorgestellt, bei dem einzelne Tonspuren mit stark reduzierter Qualität codiert werden. Zudem werden die Unterschiede zu vor-gemischten Kombinationen der zu schützenden Tonspuren codiert. Aus dem Datenmaterial lassen sich die intendierten Kombinationen in voller Qualität rekonstruieren, nicht jedoch einzelne Tonspuren. Da die Unterschiede zwischen den intendierten Kombinationen zu den Mischungen der Einzel-Tonspuren codiert werden müssen, ergibt sich eine ausreichende Datenreduktion, womit das Verfahren auch bei der Bereitstellung vieler Kombinationsmöglichkeiten effizient ist.

Mittwoch

Music Processing II (Poster)

Vergleichende Surround-Sound-Tonsignalmischungen mittels eines Mehrkanalkopfhörers sowie 5.1 Lautsprecher-Setup's

F.M. König

FKE / Ultrason

Portable Surround-Sound-Tonwiedergabe-Medien werden in der Zukunft aktuelle marktübliche, kopfbezogene Stereo-Beschallungsvorrichtungen ablösen. Insbesondere wird die mp3-File-Tonwiedergabe via 2-/4-kanalige Kopfhörer (mit binauraler Vorschaltel Elektronik oder de-zentraler Schallwandleranordnung in Mehrkanalkopfhörern) nicht nur über separate Receiver oder Player, sondern multifunktionale Geräte, wie Mobiltelefone abrufbar sein, welche dann vorzugsweise auch Surround-Sound-Klangdarbietungen ermöglichen sollen. Hintergrund sind bereits gegebene Standards für diskrete Mehrkanalton-Übertragungen für den Rundfunk (DAB) sowie Fernsehen (HDTV).

Seit der 119. AES Convention, der 28. AES Conference wurden dazu nötige Grundlagen um einen Downmix von 5.1/5.0 Tonsignalformaten auf 4.0/2.0-Formate diskutiert, welche nunmehr vertieft seitens Surround-Sound-Mischtechniken sowie deren Hörereignis-Kompatibilität zwischen u.a. einem ITU-Lautsprecher-Setup und einem 3D-Raumklang-Kopfhörer zu erörtern sind. Neben einem hierfür bereits seit 1993 zur Verfügung stehenden 4-Kanal-Kopfhörer für die Wiedergabe von Mehrkanal-Tonsignalen (vgl. DAGA 1991; 96. AES Conv.) wurden mit den o.g. Monitoring-Systemen inzwischen weit über Fünfundzwanzig 5.1/5.0-surround-sound-kompatible Musikproduktionen realisiert, welche die vorliegende Arbeit maßgeblich unterstützten. Von speziellem Interesse sind dabei zu extrahierende Artefakte bei der Tonmischarbeit von bewegten, virtuellen Klangquellen jeweils in Vergleich der beiden i.R. Abhörmedien, was ein Hauptaspekt dieses

Beitrages ist. Beispielsweise stehen psychoakustische Parameter wie, die Entfernungswahrnehmung, Vorne-Hintenortung oder Elivationseffekte im Blickpunkt der praxisnahen Arbeit. Fraglich ist auch, wie solche Artefakte die präzisen Pegelverhältnisse beim Soundmix "unwillkürlich" beeinflussen können.

Mi. 14:00 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Similarity of musical instrument radiation-patterns in pitch and partial

F. Hohl und F. Zotter

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

A closer investigation of the sound-radiation of musical is fruitful when dealing with a virtual acoustic representation of sound-sources. Recently, surrounding spherical microphone arrays have been used to synchronously record the sound-radiation of instruments in every direction of radiation. The present study is based on such (64 channel) recordings of selected prototypes belonging to different musical instrument families: Woodwinds, brass instruments, and strings. The main objective in this paper is a survey on the similarities of the radiation-patterns of all the partials associated to different pitches. Simplified to a scalar number, the correlation coefficients of these patterns allow for the observation of mutual similarities. From a musical acoustic perspective, the examples shall make aware of the instruments that exhibit both frequency and pitch dependent radiation-patterns. Moreover the findings illustrate, for which instruments the dependency on the pitch can be neglected without severe errors. This might be particularly helpful in direct playback with spherical loudspeaker arrays, spatialisation of the direct sound, and auralisation.

Mi. 14:25 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Musical instrument recording for building a directivity database

M. Pollow^a, G.K. Behler^a und F. Schultz^b

^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation*

The main objective of virtual acoustics is a most realistic playback of sound events. Beside of the spectral composition and the emitted sound power, the directivity of the source is important as it describes the spatial distribution of the radiated energy. For natural sound sources these data can be extracted by a time-synchronous recording in an anechoic environment. To cover all directions equally, a large spherical microphone array can be used for the recording, with the musician placed in the center of the array. Clean single tones allow a systematic evaluation of the properties of a specific instrument, including the relative phase shifts in the signal on the points of measurement. In general the directivity is not only dependent on the frequency, but also on the played tone, style and strength of playing, with different emphases for different types

of instruments. Dozens of orchestral instruments were measured in this way, allowing to build a database for their directivities. These data can be used for computer simulations, as well as for sound reproduction by using a technical sound source that resynthesizes the radiation patterns of the measured instruments.

Mi. 14:50 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Comparison of acoustic centering maps for radiation capture of musical instruments with spherical microphone arrays

D. Deboy und F. Zotter

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

Recently, the capture of sound radiated from musical instruments has been topic of research, using surrounding spherical microphone arrays. Astonishingly, spatial aliasing errors of these arrays depend on accurate acoustic centering of the sound source as shifting yields higher-order spherical harmonic components. Acoustic centering, however, is non-trivial for musical instruments if not impossible. Therefore using different measures like weights of spherical harmonic components can be used to roughly track the acoustical centre for each partial of the musical sound after the recording has been made. Eventually, the paper investigates different strategies for tracking with respect to the uniqueness of the positions by visualizing their time-varying localization map. The suggested method shall give a more compact description of radiation-patterns extracted from spherical microphone array recordings, which can be more efficient in further analysis and synthesis processes.

Mi. 15:15 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Study of phase reconstruction methods employed at room acoustic simulation

B. Masiero und S. Pelzer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

For an increase in truthfulness of room acoustic simulations, the directivity of the sound sources must be taken into account. But the information of source directivity is usually stored in the directivity balloon format, only containing sound pressure level information, thus neglecting all phase information. Now, a spectrum with inadequate phase component might lead to disastrous results when simulating impulse responses. Phase reconstruction methods with varying degree of complexity can be applied to guaranty a causal and/or continuously decreasing impulse response. This work deals with the question if humans can differentiate the impulse responses with different phase components. This question will be answered based on comparative listening tests, which presents various types of signal (e.g. excerpts of speech or music) convolved with simulated impulse responses of three rooms with varying reverberation times. For each room, three different impulse responses are simulated, each based on a different phase reconstruction method.

Mi. 15:40 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Room Modelling for Acoustic Simulation and Auralization Tasks: Resolution of Structural DetailsS. Pelzer^a und H.-J. Maempel^b^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation*

The CAD models that are required for room acoustic simulations or auralizations based on geometrical methods have to fulfill several conditions - one of them stating the assumption that all faces of walls and objects are larger than any wavelength of interest. For audible sounds those wavelengths range from 1.7cm to 17m, exceeding the dimensions of common objects and room boundaries, so that a broadband simulation using only one fix model can't deliver correct results.

A new approach introduces a set of models of the same room but with graduated level of detail. These different models can account for more physical correctness especially for very low frequency specular reflections. Furthermore they allow to speed up the simulation process, which is important e.g. for real-time applications like virtual environments. The speed-up is achieved by the reduced number of polygons especially for low frequencies, where lower absorption usually causes higher reflection orders.

In order to ascertain, how much simplification of the room geometry is allowed without being audible, and without negatively affecting the perceptual evaluation of naturalness respectively, ABX tests as well as triple-stimulus tests with hidden reference have been performed by expert listeners. Results of the comparison of highly detailed geometry, simplified geometries, and frequency-dependent dimensions of structural details will be presented.

Mi. 16:30 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Optimization of Input Parameters for the Real-time Simulation of Room Acoustics - RevisitedD. Schröder^a, B. Starke^a und H.-J. Maempel^b^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation*

Immersive environments mostly aim to simulate opto-acoustical scenes in a plausible way. For real-time auralization, methods of geometrical acoustics provide quite accurate results within a reasonable computation time. The best results are achieved by combining deterministic methods for the computation of early specular reflections with stochastic approaches for the computation of the reverberant sound field. The computations must be performed at interactive rates, thus their costs have to be minimized. This is typically done by reducing the order of image sources and/or the number of traced rays, as these parameters strongly influence both, the computational costs and the perceptual accuracy of the simulation. Since the degradation caused by the reduction has not to be

audible, the just noticeable difference (JND) is a measure for an optimum parameterization. The JNDs of the number of traced rays have been experimentally determined for three orders of image sources as well as for an acoustical and an opto-acoustical stimulus generated in a CAVE-like environment. Therefore, a listening test applying a criterion-free 3AFC-paradigm with a modified Best PEST assessment method and with the participation of expert listeners has been performed. The 3×2 -design reveals the interaction of relevant technical and perceptual conditions. Results show that a lowered accuracy, hence faster computation time of the simulation, is not noticeable when a convergent opto-acoustical stimulus is presented.

Mi. 16:55 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Zusammenhänge zwischen wellen- und geometriebasierten Darstellungen von Schallfeldern

P. Annibale und R. Rabenstein

Univ. Erlangen-Nürnberg, Multimediakomm. und Signalverarbeitung

Für die Darstellung von Schallfeldern gibt es eine Reihe von Darstellungen, die teilweise auf der Wellennatur des Schalls und teilweise auf Analogien zur Strahlenoptik beruhen. Zu den wellen-basierten Darstellungen gehören die akustische Wellengleichung, Integraldarstellungen mit der Greenschen Funktion und Entwicklungen in zirkuläre und sphärische Harmonische. Geometrie-basierte Methoden umfassen Ray Tracing und Beam Tracing und verschiedene Erweiterungen davon. Die Beziehungen zwischen diesen Darstellungen sind wenig bekannt. Dieser Beitrag stellt einige Zusammenhänge zwischen wellen- und geometriebasierten Darstellungen aus der Sichtweise der mehrdimensionalen Systemtheorie her. Die Beschreibung akustischer Signale im Zeit- und Ortsbereich und in den zugeordneten Frequenzbereichen eröffnet Möglichkeiten für geometrische Interpretationen. Ihre Formulierung stellt die gesuchten Zusammenhänge zwischen wellen- und geometriebasierten Methoden her.

Mi. 17:20 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Microphone arrays around rigid sphere for spatial recording and holography

P. Plessas und F. Zotter

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

Open and closed spherical microphone array designs have been presented in recent literature, each exhibiting their own weaknesses and strengths. The performance of every design depends on various factors including number and placement of capsules as well as the diameter and physical construction of the array.

Open spherical microphone arrays with omnidirectional capsules do not allow for full spatial capture at some frequencies. In contrast, rigid sphere arrays exploit diffraction to overcome this limitation, however they impose a challenge in filter design. Alternatively, literature suggests open-sphere designs using cardioid capsules to have less demanding requirements. However, their performance is degraded if non-negligible acoustic obstacles like construction hardware are introduced.

This paper presents a unified description of open microphone arrays enclosing a concentric rigid spherical scatterer of variable size. As frequency range and spatial resolution impose conflicting demands, this study intends to improve the understanding of spherical array designs. Diffraction effects and different microphone patterns are simulated and allow a discussion of various array layouts. In particular, the presented results outline the influence of imperfections such as noise and physical and electrical misalignment on an array's performance.

Mi. 17:45 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Microphone Arrays Utilizing Rigid Cones for Sound-Field Analysis

H. Pomberger

Institut für Elektronische Musik und Akustik, KU Graz

Analysis and acoustic imaging of 3D sound-fields is a fascinating issue in emerging applications of microphone arrays. In particular, cylindrical, spherical, and planar microphone arrays have been considered as suitable geometries, each of which uses microphones placed along a coordinate surface of the associated coordinate system. The array surfaces separate two domains, i.e. inside or outside of spherical/cylindrical surfaces, or both half spaces of a planar coordinate system. Most arrays use only pressure microphones, which introduces possible confusion between the domains separated by the array. To avoid this confusion rigid arrays can be used, i.e. microphone arrangements on sound-reflecting surfaces. The cone is a further coordinate surface in spherical coordinates, however, it has not been utilized as surface for rigid microphone arrays so far. This paper investigates whether the use of rigid cones as diffraction objects is beneficial for sound-field analysis with microphone arrays. Acoustic diffraction by an infinite rigid cone is easy to describe by imposing a boundary condition to the wave equation, however, practical issues imply cones of finite length. Thus the influence of the cone length on the acoustic field is crucial for applications and will be explored.

Mi. 18:10 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik I

Entwurf und Aufbau eines variablen sphärischen Mikrofonarrays für Forschungsanwendungen in Raumakustik und Virtual Audio

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

Sphärische Mikrofonarrays und deren Anwendung haben in den letzten Jahren zunehmend das Interesse von Forschern und Entwicklern geweckt. Im Rahmen von Forschungsarbeiten im Bereich richtungsabhängiger akustischer Raumeigenschaften und der Gewinnung extrapolierbarer Datensätze für 3D-Audio Wiedergabesysteme (z.B. Binaural, WFS) wurde am Institut für Nachrichtentechnik der FH-Köln in Kooperation mit den Deutsche Telekom Laboratories in Berlin und dem Fachgebiet Audiokommunikation der Technischen Universität Berlin ein variables sphärisches Arraymesssystem "VariSphear" entwickelt und aufgebaut. Das Messsystem kann auf beliebigen Abtastquadraturen und Radian sequentiell Raumimpulsantworten gewinnen. Die RIA können durch nachfolgende Signalverarbeitung für Beamforming oder Schallfeldextrapolation eingesetzt werden. Der Messroboter arbeitet mechanisch höchst präzise, um Abweichungen von idealen Abtastmustern und die daraus resultierenden Fehler zu minimieren. Die zugehörige Steuersoftware umfasst verschiedene Features wie z.B. die Generierung von beliebig spektral geformten Stimuli durch Sinussweepsynthese im Frequenzbereich, Adaption der Stimuli an das Störspektrum, Detektion von Zeitvarianzen u.a. durch spektralen Vergleich von Impulsantworten und Temperaturmessungen. So können die Messzeit reduziert, die SNR optimiert und die Plausibilität der Messdaten verifiziert werden. Eine Besonderheit des Messsystems ist die Möglichkeit, Raumgeometrien durch ein integriertes Lasermesssystem zu erfassen. So können die akustischen Messdaten direkt in einen geometrischen Zusammenhang gebracht und Ergebnisse einfach und übersichtlich visuell aufbereitet werden.

Mi. 8:55 Bauwesen H3

Schallq.-ortung und -visualisierung

Modifizierte Beamformingverfahren für zwei- und dreidimensionale akustische Kartierungen

O. Jaeckel, I. Romenskiy und R. Schröder

GFal e.V.

Akustische Beamforming-Verfahren zur örtlichen Kartierung von Schalldruckverteilungen werden seit mehreren Jahren erfolgreich in Forschung und Entwicklung sowie auch zunehmend in industriellen Anwendungen zur schnellen Schallquellenlokalisierung an Maschinen und Anlagen eingesetzt. Unabhängig davon, ob die eingesetzten Beamforming-Algorithmen im Zeit- oder im Frequenzbereich arbeiten, gibt es dabei prinzipbedingte Einschränkungen. So ist der erzielbare akustische Bildkontrast durch die Mikrofonkanalzahl und durch die gegebene Arraygeometrie beschränkt. Darüber hinaus wird die geometrische Auflösung bei

tieferen Frequenzen aufgrund der begrenzten räumlichen Ausdehnung des verwendeten Mikrofonarrays sehr schlecht. Einer Verbesserung dieser Eigenschaften ausschließlich durch immer weitere Erhöhung der Kanalzahlen und der Arraygröße sowie durch Optimierung der Mikrofonarraygeometrie sind jedoch Grenzen gesetzt. Deshalb gibt es ein zunehmendes Interesse an weiterentwickelten Algorithmen, welche durch eine der Messung nachgeschaltete Signalverarbeitung versuchen, Auflösung und Bildkontrast der akustischen Karten zu erhöhen. Der Beitrag stellt einen neuen Ansatz zur Modifikation konventioneller Beamforming-Verfahren vor, welcher auf einer spezifischen Zeitmodulation jedes Kanalsignals beruht. Dabei werden neue Point-Spread-Funktionen höherer Ordnung synthetisiert, deren gezielte Überlagerung und Filterung eine Erhöhung der geometrischen Auflösung und damit einen besseren Bildkontrast ermöglicht. Die entwickelten Verfahren lassen sich mit relativ geringem Aufwand an verschiedene konkrete Arraygeometrien anpassen und sind deshalb sowohl für zweidimensionale als auch für dreidimensionale Mikrofonarrays einsetzbar.

Mi. 9:20 Bauwesen H3

Schallq.-ortung und -visualisierung

Kontrastverbesserung in akustischen Kartierungen durch sukzessives Eliminieren der Hauptschallquellen im Postprocessing

D. Döbler und R. Schröder

GFal e.V.

Bildgebende akustische Ortungsverfahren mit Hilfe von Beamforming haben sich als schnelles und praktikables Verfahren auf dem Gebiet der Schallortung etabliert. Ein Nachteil ist der durch Sidelobes bedingte relativ geringe Kontrast der akustischen Bilder. Schwächere Quellen werden durch Sidelobes der stärkeren Quellen maskiert. Arrayoptimierungen führen hier nur zu einer begrenzten Verbesserung, einer Erhöhung der Mikrofonzahl sind aus Kosten- und Handhabungsgründen Grenzen gesetzt. Deshalb wird versucht, über aufwändigere Algorithmen eine Verbesserung des Kontrastes zu erreichen. Diese Algorithmen sind aber zum Teil sehr rechenaufwändig. Im Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, welches die dominierenden Quellen im akustischen Bild einschließlich Sidelobes entfernt und dadurch schwächere Quellen erkennen lässt. Das Verfahren arbeitet sehr schnell im Zeitbereich und stellt bei rekursiver Anwendung quasi einen "akustischen Radiergummi" dar. Die erreichbaren Kontrastverbesserungen sind zum Teil erheblich und haben den Vorteil der interaktiven Analyse der akustischen Emissionen. Es werden Vor- und Nachteile gegenüber bisherigen Verfahren diskutiert sowie typische Anwendungsfälle und Grenzen des Verfahrens anhand von Beispielen aus Simulation und Praxis gezeigt.

Mi. 9:45 Bauwesen H3

Schallq.-ortung und -visualisierung

Experimentelle Validierung der Rekonstruktion von Schallquellen in einem StrömungskanalC. Pfeifer^a, P. Kausche^b, C.O. Paschereit^a und L. Enghardt^b^a*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik;*^b*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin*

Moderne Brennkammern für Flugzeugtriebwerke oder stationäre Gasturbinen werden zur Optimierung ihrer Effizienz und zur Minimierung der Schadstoffemissionen bei sehr hohen Temperaturen mit nicht stöchiometrischen Gemischen von Luft und Brennstoff mager betrieben. Diese Art der Verbrennung hat den Nachteil, dass sie zur Ausbildung von Instabilitäten neigt, die grundsätzlich ein sehr unangenehmes akustisches Fernfeld erzeugen und außerdem im Resonanzfall auch die Lebensdauer der Brennkammer signifikant herabsetzen können. Im Rahmen eines von der DFG geförderten Forschungsprojekts geht es um die Lokalisierung solcher Schallquellen in geschlossenen Brennkammern. Zur Vorhersage, Charakterisierung und Vermeidung dieser Resonanzen benötigt man detaillierte Kenntnis über die Positionen und die Amplituden der zu Grunde liegenden Schallquellen.

In der vorgestellten Arbeit geht es um die experimentelle Validierung eines Verfahrens zur Rekonstruktion von Schallquellen, welches in früheren Arbeiten der Autoren theoretisch entwickelt und in Simulationen erfolgreich getestet wurde. Der Rekonstruktionsalgorithmus beruht auf der akustischen Nahfeldholographie, wobei die benötigten Informationen des Schallfeldes durch eine hohe Anzahl von wandbündig angeordneten Wechseldrucksensoren bestimmt werden. Durch diese hohe Anzahl der Schalldruckmesswerte soll die örtliche Auflösung bei der Rekonstruktion verbessert werden. Die Experimente sollen unter anderem der Validierung der in früheren Arbeiten ermittelten optimierten Sensoranordnung dienen. Es werden ausgewählte Ergebnisse eines Prinzipexperiments präsentiert und diskutiert.

Mi. 10:10 Bauwesen H3

Schallq.-ortung und -visualisierung

Erweiterte Nutzung von Klimakammern in der Automobilindustrie

H.-J. Milz

G+H Schallschutz GmbH

Klimakammern bieten die Möglichkeit, unabhängig von der Außenwelt definierte klimatische Bedingungen zu erzeugen. Dies ermöglicht, das Verhalten von Fahrzeugen und deren Komponenten realitätsnah zu untersuchen. Typischerweise lassen sich dabei Temperaturen im Bereich von -40°C bis $+80^{\circ}\text{C}$ bei beliebiger Luftfeuchte einstellen. Diese Räume werden bevorzugt genutzt, um das technische und mechanische Verhalten einzelner Aggregate oder deren Zusammenwirken zu untersuchen. Neben Geruchstests seien hier nur das Startverhalten des Motors und die Temperatur-kennlinien bei der Temperierung des Innenraums

beispielhaft genannt. Die rein technische Analyse kann durch akustische Analysen erweitert werden, wenn die Klimakammer entsprechend ausgestattet ist. Im Vortrag werden Wege und Maßnahmen zur akustischen Ertüchtigung der Klimakammern diskutiert und die realisierten Ergebnisse dargestellt.

Mi. 14:00 Bauwesen H3

Umgebungslärm-Richtlinie

Lärmaktionsplanung - Vollzug in Bayern

J. Jost

Bayerisches Umweltministerium

In der Stufe 1 der Umgebungslärmrichtlinie wurden Lärmkarten für insgesamt ca. 4200 km² in Bayern erstellt. Werden in den Karten Lärmbrennpunkte festgestellt, muss ein Lärmaktionsplan geprüft und ggf. aufgestellt werden. Die Aufgabe der Lärmkartierung wurde dem Bayerischen Landesamt für Umwelt übertragen. Die Regierungen sind für Lärmaktionsplanungen an Verkehrsanlagen mit übergeordneter Verkehrsfunktion zuständig, lediglich an Bundes- und Staatsstraßen bleibt es bei einer Zuständigkeit der Gemeinden. In der Anfangsphase der Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie haben Lärmbrennpunkte Priorität, die sowohl eine starke Lärmbelastung als auch viele Betroffene aufweisen. Aus der Feststellung eines Lärmbrennpunkts erfolgt jedoch nicht zwingend eine Verpflichtung zur Aufstellung eines Aktionsplans. Es ist zu prüfen, ob bereits Maßnahmen zur Verminderung der Lärmbelastung durchgeführt oder geplant sind und eine Lärmaktionsplanung deshalb ggf. entbehrlich ist.

Mi. 14:25 Bauwesen H3

Umgebungslärm-Richtlinie

Lärmkartierung und Ruhige Gebiete

M. Jäschke

TU Berlin

Die EG-Umgebungslärm-Richtlinie verpflichtet alle Mitgliedstaaten der EU zur Lärmkartierung, Lärmaktionsplanung und speziell zum Schutz Ruhiger Gebiete. Aus den gängigen Lärmkarten läßt sich nur die Information entnehmen, daß sich Ruhige Gebiete irgendwo außerhalb der kartierten Bereiche befinden. Um diese paradoxe Situation zu überwinden, wird eine Methode vorgestellt, die zu vollwertigen Lärmkarten führt, aus denen sich sowohl die Ruhigen Gebiete ergeben, als auch weitaus genauere Aussagen zur Lärmbelastung gewinnen lassen. Das Vorgehen zeichnet sich dadurch aus, daß es relativ leicht übertragbar und sofort anwendbar ist, weil ausschließlich die gegenwärtigen Berechnungsverfahren (VBUS & Co), die heute bereits verfügbare Hard- und Software sowie die vorhandenen Eingangsdaten genutzt werden. Anhand eines Modellgebietes werden beide Arten von Lärmkarten miteinander verglichen und Konsequenzen für die 2012 anstehenden Lärmkartierungen gezogen.

Mi. 14:50 Bauwesen H3

Umgebungslärm-Richtlinie

Monetäre Bewertung von Straßenverkehrslärm

K. Giering

FH Trier

Entsprechend des Anhangs III der "Umgebungslärmrichtlinie" (2002/49/EG) sind finanzielle Informationen im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen bzw. Kosten-Wirksamkeitsanalysen in einen Aktionsplan einzuarbeiten. Während die Kosten von Lärminderungsmaßnahmen (bspw. Lärmschutzwände, Lärmschutzfenster) im Allgemeinen ermittelt werden können, erweist sich die Quantifizierung des Nutzens als schwieriger. Häufig wird deshalb der Nutzen einer Lärminderungsmaßnahme über die damit vermiedenen Lärmkosten quantifiziert. Es wird ein Modell zur Ermittlung der Lärmkosten für Straßenverkehrslärm vorgestellt. Dieses berücksichtigt neben den Immobilienwertverlusten auch Gesundheitskosten (Myokardinfarkt). Beispielhaft werden damit die jährlichen Lärmkosten für Deutschland berechnet und mit andern Ansätzen verglichen.

Mi. 15:40 Bauwesen H3

Geräuschumgebungen

Context-Related Noise in Urban Environment

M. Rychtarikova und G. Vermeir

KU Leuven

Context of the perceived noise is one of the most important factors when evaluating annoyance or pleasantness of urban soundscape, which is a result of many different sound sources active in the same time. Description of this undoubtedly very complex acoustical situation can be performed by using different methods. Object-related description refers to noise measurements followed by classical statistical noise analysis where the global sound level of mixed sounds is estimated. The subject related description takes into account the perception of sound by humans and relates to qualitative assessment of soundscape, where human brain acts as an advanced intelligent analyzer, since it is able to recognize particular sounds in the global "mixture" thanks to their context. This article deals with a development of the method which can be used for the estimation of the sound levels of particular sounds mixed in the final recording in situ. Determination of the context-related sound level was performed in listening tests by using sound-masking procedure. The presented study is a part of a Belgian federal project about the design and renovation of urban public places towards sustainable cities.

Mi. 16:05 Bauwesen H3

Geräuschumgebungen

Empirische Daten zur Wahrnehmung der individuellen akustischen Umwelt

G. Notbohm

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

Der Soundscape-Ansatz hat einen ganz neuen Zugang ermöglicht zu den allgegenwärtigen Lärmproblemen unserer Zeit und zu praktischen

Lösungsansätzen in konkreten Lärmkonflikten. Darüber hinaus begründet er eine umfassendere Sichtweise von Lärm als Teil einer gesamten akustischen Umwelt, in der sich auch gesellschaftliche Probleme und individuelle Lösungsstrategien widerspiegeln. Es gibt aber wenig empirisches Wissen über die subjektiven Einstellungen und Erwartungen, mit denen die Menschen in unserer Gesellschaft ihre akustische Welt wahrnehmen und bewerten. In einer Umfrage mit 922 Teilnehmern (überwiegend Studenten) wurden daher anhand von standardisierten und offenen Fragen deskriptive Daten zur Wahrnehmung der akustischen Umwelt gesammelt. In Fragen zu den Geräuschen, die zuhause am meisten stören, sowie zu besonders unangenehmen Lauten und Geräuschen ergibt sich eine erstaunliche Vielfalt von Einzelgeräuschen, die hinsichtlich Belästigung so bedeutsam erscheinen wie die bekannten Umweltlärmquellen. Ein Bedürfnis nach Stille als Gegenpol zum Alltagslärm wird von der Mehrheit bejaht, und es zeigen sich feine Unterschiede in der Einstellung zu Ruhe vs. Stille. Besonders vielfältig sind die Angaben zu angenehmen Lauten und Geräuschen, die zeigen, dass der Einzelne in seinem Alltag durchaus die Antipoden des Lärms erkennt und zu schätzen weiß. Als Konsequenz ergeben sich Anregungen, gezielt positive Aspekte des jeweiligen Soundscape zu suchen und zu fördern.

Mi. 16:30 Bauwesen H3

Geräuschumgebungen

Bioakustisches Monitoring von Brutvögeln

K.-H. Frommolt und K.-H. Tauchert

Museum für Naturkunde Berlin

Lautäußerungen von Vögeln, die der Territorialanzeige dienen, eignen sich sehr gut, um eine nichtinvasive Erfassung von Brutvogelbeständen im Interesse des Naturschutzes durchzuführen. In einer Renaturierungsfläche am Kummerower See (Mecklenburg-Vorpommern) haben wir mit einem Array von 4 Vierkanalrecordern die Rufe nachtaktiver Vogelarten (Rohrdommeln, Rallen) aufgezeichnet. Unter Nutzung von akustischen Mustererkennungsalgorithmen wurden die Rufe der Zielarten auf den Langzeitaufnahmen selektiert und nach möglichst störungsfreien Stellen mit wenig Hintergrundgeräuschen gesucht. Die Anzahl der Rufer wurde durch Lokalisierung des Ruf-Ortes mittels akustischer Triangulation bestimmt. Dabei wurden zwei Ansätze genutzt: A) Ortsbestimmung durch Peilung über Mikrofonpaare deren Einzelmikrofone jeweils einen geringen Abstand (25 cm) hatten und B) Ortsbestimmung über eine Hyperbelfunktion durch Auswertung der Laufzeitunterschiede entfernter (100 bis 250 m) Mikrofone. Ungeachtet der Lokalisationsunschärfe waren beide Ansätze gut geeignet, die Anzahl der Rufer in einer Fläche zu bestimmen. Die Anzahl der Großen Rohrdommel, deren niederfrequente Rufe über große Distanzen reichen, konnte mit einem einzigen Array für eine Fläche von ca. 2 km² bestimmt werden. In der Perspektive können akustische Bestimmungen der Brutvogelbestände eine wertvolle Ergänzung zu traditionellen Monitoringprogrammen bilden, insbesondere für sensible Arten, bei denen Störungen am Brutplatz minimiert werden sollten.

Mi. 8:30 Bauwesen H5

Akustik alternativer Antriebe

Die "Neuen" sind zu leise.

Auf der Suche nach dem richtigen "Grün".

B. Schulte-Fortkamp

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Finanz- und Klimakrise fordern ihren Tribut: der Verbrennungsmotor soll im Hybrid-fahrzeug "kooperieren". E-Cars und Hybrid Cars zeigen sich akustisch neu, gesucht wird der Sound, der zu den "neuen Fahrzeugen" passt. Keiner kennt ihn, einige sprechen von Soundübertragungen, also den Verbrennungsmotor akustisch aufzusetzen, andere sprechen von konzertanten Ereignissen und wiederum andere lassen Soundschnitzel beurteilen oder puzzleartig zusammensetzen. Jeder weiss, diese Fahrzeuge werden anders "tönen" (müssen). Die Washington Post spricht von der deadly silence of the electro car, auf der IAA 2009 lernen wir "Grün" ist schick. Grün ist der neue Klang, aber niemand weiß wie er klingt. Eine Herausforderung an die Psychoakustik und die Neuen Experten. Diskutiert wird in diesem Beitrag, welche Verfahren der Bewertung hier zum richtigen "Grün" beitragen können. Es geht um das "Meaning" des Grün.

Mi. 8:55 Bauwesen H5

Akustik alternativer Antriebe

Sounddesign im Dienste der Wahrnehmbarkeit von leisen Fahrzeugen

A. Zeitler^a, R. Liebing^a und S. Kerber^{b,c}

^aBMW Group; ^bMRC Institute of Hearing Research (UK); ^cAG Technische Akustik, MMK, TU München

Mit der zunehmenden Verbreitung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen entsteht aufgrund des deutlich geringeren Außengeräusches akuter Handlungsbedarf im Hinblick auf die Fußgängersicherheit. Insbesondere bei Geschwindigkeiten im Bereich bis ca. 30 km/h ist das Reifen-/Fahrbahngeräusch in vielen urbanen Situationen nicht ausreichend um ein herannahendes Fahrzeug rechtzeitig im Geräuschhintergrund zu detektieren. Um für die akustische Gestaltung zur Verbesserung der Wahrnehmbarkeit objektive Vorgaben machen zu können, wurden in der vorliegenden Studie exemplarisch die Außengeräusche von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und Elektroantrieb untersucht. Für die psychoakustische Bewertung der Geräuschaufnahmen wurde das an der TU München entwickelte Berechnungsverfahren zur Vorhersage der Wahrnehmbarkeit auf Basis von Mithörschwellen eingesetzt. Die Ergebnisse erlauben eine objektive Bewertung des Sicherheitsrisikos und verdeutlichen beispielhaft die Bedeutung psychoakustischer Bewertungsverfahren für zielgerichtete Geräuschgestaltung. Dadurch können die durch leise Fahrzeuge entstehenden Sicherheitsprobleme gelöst und gleichzeitig die zusätzlichen Geräuschemissionen auf das notwendige Maß begrenzt werden.

Mi. 9:20 Bauwesen H5

Akustik alternativer Antriebe

Herausforderungen bei der NVH-Entwicklung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen

S. Ruschmeyer

Institut für Kraftfahrzeuge, RWTH Aachen

Die Themenfelder Hybridtechnologie und Elektrotraktion weisen große Potentiale auf, Fahrzeuge mit niedrigem Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen darzustellen. Mittlerweile existieren viele Fahrzeugkonzepte, Prototypen und auch erste Serienanwendungen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Das Fahrzeugspektrum erstreckt sich dabei von der Kompaktklasse über die Mittel- bis hin zur Oberklasse. Insbesondere die Hybridantriebstechnik ist für Stadtbusanwendungen präsentiert. Bisher wurde das Hauptaugenmerk auf einen verringerten Kraftstoffverbrauch gelenkt. Ein hohes Maß an akustischer Qualität und eine komfortoptimierte Antriebstrangauslegung sind jedoch auch wichtige Attribute, um den hohen Kundenanforderungen gerecht zu werden. Denn trotz der Vorteile bezüglich Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen ergeben sich zahlreiche neue Anforderungen im Rahmen der NVH-Entwicklung. Es werden teilweise gänzlich neue bzw. veränderte Geräuschcharakteristika in der Fahrzeugakustik geprägt, wo bisher die Dominanz des Verbrennungsmotors vorherrschte. Hieraus begründet gibt es zukünftig eine Reihe von interessanten Herausforderungen für den Akustiker auf dem Weg zu emissionsarmen, kraftstoffeffizienten und NVH-optimierten Fahrzeugen. Auf Basis dieser Überlegungen und den damit verbundenen Forschungsaktivitäten des Instituts für Kraftfahrzeuge Aachen auf dem Gebiet der Hybrid- und Elektrofahrzeuge werden im Folgenden einige ausgewählte Aspekte des NVH-Verhaltens aufgezeigt. Neben Beispielen von Personenkraftwagen soll in diesem Beitrag auch auf die Hybridantriebstechnik in Stadtbusanwendungen eingegangen werden.

Mi. 9:45 Bauwesen H5

Akustik alternativer Antriebe

Antriebsakustik von Hybrid- und Elektrofahrzeugen

P. Genender und K. Wolff

FEV Motorentechnik GmbH

Die Akustikentwicklungen von Hybrid- und Elektrofahrzeugen werfen völlig neue und spannende Fragen bezüglich einzuhaltender und zu entwickelnder NVH-Ziele auf, die vom Markt und potentiellen Kunden aktuell noch nicht beantwortet sind.

Elektrofahrzeuge sollten als besonders positive Eigenheit das geräuscharme Fahren speziell bei niedrigen Geschwindigkeiten aufweisen. Dann werden ähnlich angenehme Assoziationen wie beim Segeln zu Wasser oder in der Luft geweckt.

Bei Fahrzeugen mit zusätzlichem Verbrennungsmotor kann dieses Erlebnis bei Anspringen des Verbrennungsmotors jäh enden. Während dieser Effekt von aktuellen Hybridfahrzeugkonzepten bekannt ist und bereits zu antriebsseitigen Entwicklungsprämissen geführt hat, nimmt er

bei den aktuellen Entwicklungen des Upsizings des Elektromotors und Downsizings des Verbrennungsmotors einen weiter gesteigerten Stellenwert ein.

Dieser Beitrag diskutiert die aktuellen Erkenntnisse der akustischen Zielwertdefinition, Bewertung und Marktakzeptanz von Hybrid- und Elektroantrieben und berichtet über Erfahrungen in der Entwicklung des FEV-Elektrofahrzeuges Liiondrive mit Range Extender Wankelaggregat.

Mi. 10:10 Bauwesen H5

Akustik alternativer Antriebe

NVH-Entwicklung von Hybridfahrzeugen mittels integrierter Transferpfadmodelle

P. Sellerbeck

HEAD acoustics GmbH

In Hybridfahrzeugen mit elektrischem und verbrennungsmotorischem Antrieb können Geräusch- und Schwingungsprobleme entstehen, die aus herkömmlichen Automobilen nicht bekannt sind. Sowohl die Betriebsgeräusche der elektrischen Antriebskomponenten als auch das Betriebsverhalten des Verbrennungsmotors (z.B. plötzliches Starten und Abstellen) sind für die Insassen ungewohnt und werden als störend empfunden. Diese Wahrnehmung wird durch das Zusammenwirken von hörbaren Geräuschmustern und fühlbaren Schwingungen intensiviert. In diesem Beitrag wird an einem Beispiel gezeigt, welche typischen Geräusch- und Schwingungsprobleme in einem Hybridfahrzeug auftreten können. Mit Hilfe eines Transferpfadmodells werden die Geräuschanteile der einzelnen Quellen und Übertragungswege synthetisiert und die Ursachen für akustische Probleme identifiziert. Die Hörbarmachung simulierter Modifikationen erlaubt die Abschätzung von Optimierungspotentialen bereits in einer frühen Entwicklungsphase. Das Synthesemodell integriert zusätzlich zum Geräusch auch die Vibration an Komfortpunkten und muss einen weiten Frequenzbereich, vom spürbaren Ruckeln bis zur Schaltfrequenz des Umrichters, abbilden.

Mi. 14:00 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Which driving situations best represent "the characteristic sound" of diesel engines?: Comparison between France and Germany

A. Frère^a, N. Misdariis^b, P. Susini^b, R. Weber^c, V. Mellert^c, C. Peteul-Brouillet^d und G. Guyader^d

^a *Universität Oldenburg / Ircam / Renault*; ^b *STMS - Ircam - CNRS, Paris*;

^c *C.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik*; ^d *Renault*

In 2007, the proportion of diesel cars reached 74% in the French market. This growth is similar in other Western Europe countries like Germany for instance. In the last ten years, the drawbacks of diesel engine noise were significantly reduced. A part of current research works deals with the improvement of perceived characteristics towards a higher customer appreciation. As part of a study on the sound perception of diesel engines, we are focusing on positive features of different driving situations

(from hot idle to acceleration or traffic jam for instance). Like above-mentioned, France and Germany seem to be the biggest purchasers of diesel cars. Therefore, this paper presents an intercultural study between French and German diesel cars owners. The experiment proposed to the participants, consists in assessing the dieselness of twelve different driving situations (for three different diesel cars) on a continuous scale. For each of those countries, the results show the hot idle like the driving situation that best represents "the characteristic sound" of diesel engines. In addition, for most of driving situations, German people evaluate them more diesel than French people assess. These results will be detailed in this article.

Mi. 14:25 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Akustik-Fahrzyklus: Berücksichtigung der realen Kundenanforderungen im Entwicklungsprozess

T. Papenfus

HEAD acoustics GmbH

Um den steigenden Komfortansprüchen von Fahrzeugkunden gerecht zu werden, ist eine gezielte Akustikentwicklung des Innengeräusches ein wichtiger Aspekt bei der Fahrzeugentwicklung. Bei Fahrzeugen mit Dieselmotor stellt insbesondere das vom Fahrer hörbare Verbrennungsgeräusch einen wesentlichen Bestandteil der akustischen Fahrzeugqualität dar.

Entsprechend werden im Entstehungsprozess von Fahrzeugen für verschiedene Fahrzeugkonzepte unterschiedliche Akustik-Maßnahmen von den Automobilherstellern erarbeitet. Jede dieser Maßnahmen gilt es hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Notwendigkeit zu bewerten, um entscheiden zu können, welche Akustikmaßnahmen in das Fahrzeug übernommen werden sollen und auf welche aus Gewicht- und Kostengründen verzichtet werden kann. Diese Entscheidungen gehen immer mit der Frage einher, wie relevant die erzielbaren Verbesserungen später für den Endkunden sind.

Für die Gewährleistung einer kundenorientierten Fahrzeugentwicklung wurden von HEAD acoustics umfangreiche Daten zum realen Fahrverhalten von Kunden aufgezeichnet und hinsichtlich des Dieselvebrennungsgeräusches ausgewertet. Die Auswertung identifizierte die Fahrzustände, die für den Kunden im Fahrbetrieb von akustischer Relevanz sind und gewichtet sie zueinander. Die Fahrzustände wurden anschließend in einem Akustik-Fahrzyklus für Prüfstandsmessungen zusammengeführt. Metriken basierend auf psychoakustischen Parametern sind in der Lage, die akustische Qualität der so gemessenen Fahrzeuge für alle Zustände objektiv zu bewerten und vergleichend gegenüberzustellen. Dabei wird die tatsächliche Relevanz der verschiedenen, auftretenden Fahrzustände mitberücksichtigt und ausgewertet.

Mi. 14:50 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Modellierung des subjektiven Qualitätseindrucks von PKW Windgeräuschen

R. Liebing

BMW Group

Die Bedeutung von Geräuschen bei der Entwicklung eines Kraftfahrzeuges hat in den letzten Jahren immens zugenommen. So gehört zum hochwertigen Eindruck eines Automobils heutzutage auch eine der Fahrzeugklasse und dem Fahrzeugtyp entsprechende Akustik. Zur Steigerung des Fahrkomforts werden daher große Anstrengungen unternommen um z.B. Windgeräusche zu minimieren. Da dafür notwendige Änderungen am Fahrzeug meist mit sehr hohen Kosten verbunden sind, stellt sich dabei sehr oft die Frage wie stark solche Maßnahmen den subjektiven Qualitätseindruck steigern. Dafür sind im Entwicklungsprozess sehr budget- und zeitaufwendige Versuchsreihen mit Probanden notwendig. Zur Minimierung dieses hohen Aufwandes wurde bei der BMW AG auf Basis von Hörversuchsreihen ein Qualitätsmaß entwickelt, das das subjektive Qualitätsempfinden für hochfrequente Windgeräusche sehr gut widerspiegelt. Der Vortrag geht dabei auf die Evaluierung, die Ableitung von objektiv messbaren Parametern aus dem Geräuschcharakter und die Validierung dieses Indizes ein.

Mi. 15:15 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Wahrnehmungsbasierte Pegelkorrektur von Audiosignalen

W. Heß

Harman/Becker

Heutige Audiosysteme geben eine Vielzahl von Unterhaltungssignalquellen wieder. Angefangen bei FM- und AM-Radio, über MP3-Abspielgeräte bis hin zu CD/DVD-Spieler, Digitalradio und TV. Die Signale werden mit stark unterschiedlicher Aussteuerung und Kompression eingespeist, und können auch innerhalb einer Signalquelle stark variieren. Damit bei einer bestimmten Lautstärke-Einstellung am Gerät äquivalente, mittlere Lautheiten erzielt werden, ist ein dynamisches, automatisches Nachregeln des Verstärkungsfaktors erforderlich. Der in diesem Beitrag vorgestellte Lösungsansatz schätzt die wahrgenommene Lautheit der Signalquelle durch ein psychoakustisches Modell und regelt kontinuierlich den Verstärkungsfaktor der Signalquelle innerhalb eines Toleranzbereiches nach, sodaß weder Modulation noch ein deutlicher Verlust von Dynamik entstehen. In Fahrzeugen gewährleistet dieses Verfahren eine an das Fahrgeräusch angepaßte gleichbleibend hohe Verständlichkeit von Audiosignalen.

Mi. 15:40 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Rechenmodell zur Simulation des Akustikkomforts in Flugzeugkabinen

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

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

Akustische Eindrücke werden im Vergleich zu visuellen Reizen indirekter wahrgenommen, beeinflussen jedoch das Wohlbefinden des Menschen in hohem Maße. Neben dem Arbeitsschutz, der vor allem einen niedrigen Belastungspegel fordert, stellt eine der Situation angepasste Akustik auch einen wichtigen Komfortfaktor dar.

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 wird ein Ansatz für ein Rechenmodell zur Simulation der Kabinenakustik vorgestellt. Das Modell berücksichtigt die Kabinen Oberflächen, mit deren entsprechenden akustischen Eigenschaften. Die Grundlage des Modells ist ein modifiziertes Ray-Tracing-Verfahren.

Mi. 16:05 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Von der Psychoakustik über die psychologische Akustik zur ganzheitlichen Geräuschbewertung in der Fahrzeugakustik

U. Letens

Daimler AG

Die Fahrzeugakustik ist durch komplexe Geräuschszenarien gekennzeichnet, die sich einer vollständigen "objektiven" Bewertung entziehen. Dementsprechend bedarf die rein instrumentelle Analyse stets der Ergänzung durch eine auditive Bewertung (in Fahr- und/oder Hörversuchen). Die Folge ist oftmals eine "multidimensionale" Geräuschbewertung, die als Entscheidungsgrundlage für das Management ungeeignet ist. Analog zu verschiedenen Werten bezüglich fahrdynamischer Eigenschaften sind entsprechende summarische Angaben über die "Sound Performance" erwünscht. Hieraus entsteht der Bedarf, ein Verfahren für eine instrumentelle Geräuschbewertung zu entwickeln, das zu den gleichen Ergebnissen wie ein "typischer" Kunde gelangt. Der Prozess einer solchen ganzheitlichen Geräuschbewertung lässt sich modellhaft auf drei Ebenen beschreiben. In der "physikalischen Ebene" werden Geräusche mit den üblichen Analysewerkzeugen instrumentell bewertet. Darüber liegt die "psychoakustische Ebene": hier erfolgt eine perzeptive (hier auditive) Bewertung durch sensorische Größen wie Lautheit, Schärfe, Tonhaltigkeit und Rauigkeit. Es schließt sich die Ebene der "psychologischen Akustik" an. Diese beschreibt, wie die sensorischen Größen unter Einbeziehung verschiedener moderierender Kontexte zu einer wahrnehmungsorientierten Gesamtbewertung verarbeitet werden.

Hierbei spielen die produktspezifische Erwartungshaltung des Kunden, situative Kontexte sowie intersensorische Einflüsse eine wichtige Rolle. Die Dimensionen einer solchen ganzheitlichen Bewertung könnten z.B. die "Wertanmutung", die "Emotionalität", die "Markentreue" o.ä. sein. Der Beitrag liefert keine abgeschlossene Untersuchung zu dieser Thematik, sondern soll die Diskussion über die notwendigen Arbeitsschritte anregen.

Mi. 16:30 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Geräuschbeurteilung Sicherheitsgurte: Squeak & Rattle auf dem Prüfstand

K.-U. Machens

TRW Automotive GmbH

Der Qualitätseindruck eines Fahrzeugs hängt zunehmend vom Innen-geräuschkomfort ab, der durch Störgeräusche nachteilig beeinflusst wird. Daher ist die Verhinderung von Quietsch-, Knarz- oder Klappergeräusche von Fahrzeugkomponenten besonders wichtig. So werden Gurtautomaten durch Fahrten mit erhöhter Geschwindigkeit auf speziellen Schlechtwegstrecken akustisch abgenommen.

Bei modernen Gurtautomaten nutzt eine eingebaute mechanische Sensorik Trägheitseffekte um gesetzlich festgelegter Sperreigenschaften einzuhalten. Zur Verringerung der Reibungseinflüsse haben Bauteile wie Kugelsensor, Kupplungsscheibe und Klinke ein funktions- und fertigungsbedingt definiertes Spiel und besitzen somit eine latente Klapperneigung, die unter Extrembedingungen (hohen Beschleunigungsamplituden des Fahrzeugs) akustisch wahrgenommen und Qualitätsmängel vortäuschen kann. Fahrzeugseitige Einflussfaktoren sind Karosserie-Dämpfung und -steifigkeit, individuelle Einbausituation, Schalldämmungswirkung der jeweiligen Abdeckung und die für die Endabnahme gewählte Schlechtwegstrecke.

Für die Bewertung der Geräuschqualität von Serienlieferungen existieren verschiedene Prüfstandsgeräushtest, die jedoch die im Fahrbetrieb auftretenden Geräusche nicht genau genug darstellen. Insbesondere das komplexe nichtlineare Klapperverhalten (Schwellwerte) mit über den Kugelsensor gekoppelten Raumrichtungen und die Abhängigkeit der Eigenmoden des Gurtautomaten von der Befestigung im Fahrzeug, sind dabei unzureichend berücksichtigt.

Zur besseren Reproduzierbarkeit und Korrelation der Ergebnisse mit der akustischen Bewertung im betriebenen Fahrzeug wird ein spezielles Geräuschprüfungsverfahren vorgestellt. Diese verwendet als Anregung gemessene Beschleunigungssignale aus dem Referenz-Fahrzeug anstelle der bisher gebräuchlichen synthetischen Signalen (gleitenden Sinus, harmonische Anregungssignale mit fester Amplitude).

Mi. 16:55 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Qualitätsbeurteilung von Motorstart- und Leerlaufgeräusche

M.E. Altinsoy und R. Freitag

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Eine interessante Frage ist, wie die Menschen eine gesamte Beurteilung für die zeitlich veränderlichen Signale bilden. Wie gewichten wir einzelne Bereiche bei der Gesamtbeurteilung, wenn die Signale klar trennbare zwei unterschiedlich zeitliche Bereiche besitzen? Die Fahrzeuge weisen unterschiedliche zeitlich stationäre und instationäre Geräusche auf. Die Betriebszustände Motorstart (instationär) und Leerlauf (quasi-stationär) sind zwei Beispiele dafür. Sie haben einen engen funktionellen Zusammenhang. Deswegen hören wir öfter die Geräusche der beiden Betriebszustände hintereinander. Was sind die relativen Beiträge von einzelnen Geräuschen bei dem Gesamtqualitätsurteil, wenn die Fahrer diese beiden Geräusche hintereinander hören und ein Gesamtqualitätsurteil bilden,? Um dies analytisch zu untersuchen, werden Tests mit Versuchspersonen durchgeführt. In diesen Experimenten werden die Betriebszustände sowohl einzeln dargeboten und bewertet als auch zusammen. Im Vortrag werden die Ergebnisse dieser Experimente vorgestellt und diskutiert.

Mi. 17:20 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Bestimmung der Lärmbelastung von Motorradfahrern

J. Rothhämel

EDAG Inc.

Die hohe Lärmbelastung unter Motorradhelmen kann langfristig gesundheitsschädlich sein und die Wahrnehmung im Strassenverkehr einschränken. Daher werden verschiedene messtechnische Verfahren diskutiert, mit denen die Lärmbelastung von Motorradfahrern bestimmt wird. Basierend darauf werden Ergebnisse zur Lärmbelastung aus einer Feldstudie vorgestellt. Instrumentelle psychoakustischen Bewertungsgrößen von Helmgeräuschen sowie semantische Begriffe werden identifiziert. Mit diesem Werkzeug lassen sich Helme einfacher und in der Beschreibung ihrer akustischen Eigenschaften eindeutiger entwickeln. Die Helmentwicklung wird zunehmend nicht nur einen geringeren Schalldruckpegel, sondern auch einen angenehmeren, komfortableren Klang als Ziel haben.

Mi. 17:45 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Auralisation des Innengeräusches von DieselfahrzeugenS. Skoda^a, J. Becker-Schweitzer^a und R. Heinrichs^b^a*Fachhochschule Düsseldorf, ISAVE*; ^b*Ford Werke GmbH*

Zunehmend kürzere Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie erfordern den Einsatz leistungsfähiger Simulationstools, die bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt eine zuverlässige Vorhersage und Bewertung des Geräusch- und Schwingungsverhaltens eines Fahrzeugs ermöglichen.

Unter den verschiedenen Fahrgeräuschen stellen besonders die impulshaften Verbrennungsgeräusche von Dieselfahrzeugen (Dieselnageln) bei der Synthese eine Herausforderung dar. Eine originalgetreue Auralisation dieser Geräusche ist jedoch für die Produktentwicklung von hoher Bedeutung, da das Dieselnageln stark zu einer Abwertung der Geräuschqualität durch den Kunden beiträgt. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der gehörrichtigen Auralisation von Fahrzeuginnengeräuschen beim Dieselfahrzeug unter Verwendung eines frequenzbereichsbasierten Syntheseverfahrens. Dabei wird das Fahrzeuginnengeräusch drehzahlabhängig aus Sinustönen und spektral gefiltertem Rauschen gebildet. Entscheidend für den impulshaften Charakter des Geräusches sind die Phasenbeziehungen zwischen den einzelnen Motorordnungen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Betrags- und Phasenverhältnisse der Motorordnungen analysiert und deren klanglicher Einfluss auf die Impulshaltigkeit untersucht.

Mi. 18:10 Bauwesen H5

Fahrzeugakustik II

Analyse und Bewertung des Dieselgeräusches aus Körperschallsignalen

M. Decker^a, M. Ebel^a, P. Schmiechen^b, C. Haukap^b und C. Gühmann^a

^aTU Berlin, Fachgebiet Elektr. Mess- und Diagnosetechnik; ^bIAV GmbH, Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr, Berlin

Nicht nur bei CO₂-Ausstoß und Kraftstoffverbrauch soll der Dieselmotor Maßstab moderner Verbrennungsmotoren sein, sondern zukünftig auch beim Geräusch. Im Rahmen der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen wird zu dieser Zielsetzung das Forschungsprojekt "Geräuschgeregelter Dieselmotor" durchgeführt. Im Projekt soll geklärt werden, welche Verbesserungen sich durch die Integration geeigneter Sensorsignale in das Diesel-Motormanagementsystem bezüglich des Verbrauchs, des Geräusches und der Abgasemissionen erzielen lassen. Dabei soll ein gewichtetes Optimum aus Verbrauch, Abgasemissionen und Luftschallemissionen erzielt werden unter Einhaltung der gesetzlichen Grenzen.

Zur Berücksichtigung des Geräusches in der Regelung des Dieselmotors sind rein akustische Signale wenig aussagekräftig, einen größeren Nutzen versprechen psychoakustische Parameter wie Lästigkeit oder Impulshaftigkeit. Um herauszufinden, welche Motoreinstellparameter die Psychoakustik beeinflussen, wurden bei der IAV Messungen an einem Dieselmotor durchgeführt. Nach Vorgabe durch ein Design of Experiments (DoE) wurden dabei Einspritzbeginne, Einspritzmengen, Drehzahl und Last variiert, die vorab als relevante Einflußgrößen identifiziert wurden.

Neben den Zustandsgrößen wurden Körper- und Luftschallsignale aufgezeichnet. Aus beiden Signaltypen wurden mit denselben Algorithmen verschiedene psychoakustische Parameter berechnet. Obwohl die Algorithmen für Luftschallsignale entwickelt wurden, zeigt die anschließende

Regressionsanalyse der Parameter eine sehr hohe Korrelation. Nachfolgend werden die Untersuchungen vorgestellt.

Mittwoch

Fahrzeugakustik II (Poster)

Erhöhung der Einfügungsdämpfung leichter Trennelemente durch Vergrößerung der Oberflächenspannung.

D. Brosig^a, V. Mellert^b und H. Remmers^c

^a *Universität Oldenburg*; ^b *C.-v.-O. Universität Oldenburg, Institut für Physik - Akustik*; ^c *itap GmbH*

Leichte Bauelemente sollen im Flugzeug- und Fahrzeugbau nicht nur optisch sondern auch akustisch eine hinreichende Trennung verschiedener Abschnitte bzw. Abteilungen einer Kabine erbringen. Im Fahrzeug- und Flugzeugbau sind Paneelen mit Kernen aus Wabenkonstruktionen, Schaumstoffen oder Fasermaterial gebräuchlich. Die akustische Trennung erfordert eigentlich ein hohes Flächengewicht, das jedoch im Widerspruch zur Gewichtseinsparung steht. Die Erhöhung der Steife eines Paneels durch Vergrößerung der Spannung der "Außenhaut" des Bauelements ist eine Möglichkeit, um zumindest unterhalb der Biegewellenresonanz eine deutliche Verbesserung der akustischen Trennung (Vergrößerung des transmission loss TL) zu erreichen. Die Vergrößerung der "Oberflächenspannung" kann durch leichtes Evakuieren des Inneren des Bauelementes erreicht werden. Es werden verschiedene Materialproben vorgestellt, deren TL durch "Evakuieren" beträchtlich verbessert werden kann.

Mittwoch

Fahrzeugakustik II (Poster)

Evolutionary algorithms for the engine sound specification of electrical vehicles

J. Bräuer^a, S. Twieg^b und M. Rötting^a

^a *TU Berlin*; ^b *Volkswagen Aktiengesellschaft*

With an increasing number of electrical cars, problems arise regarding the acoustic comfort. Due to missing masking effects by the sound of the engine, wind noise, tire noise and auxiliary components become audible and may lead to annoyance. Additionally, studies revealed that the missing engine sound also results in a lack of driver feedback which may cause a false estimation of the actual driving condition, i.e. speed. Therefore an active influence on the interior sound is desired. However, as the electric drive train acoustically as well as technically differs strongly from drive trains based on combustion, it is obviously pointless to connect these technologies via sound perception. Yet, it is not clear what these cars should sound like. For that purpose an evolutionary algorithm was created that is based on psychoacoustic parameters and factors sensory pleasantness as well as masking effects to develop interior sounds.

Fachvorträge und Poster am Donnerstag, den 18.03.2010

Do. 8:30 Atze-Theater

Schwingungstechnik

Analyse der Aussagesicherheit bei der Messung von Erschütterungsmissionen durch den oberirdischen Schienenverkehr

H. Högg, C. Eulitz und L. Kolny

Möhler + Partner

Bei der Messung von Erschütterungsmissionen sind neben den zwangsläufigen Unsicherheiten bei der Mess- und Auswertetechnik auch die Einflussfaktoren der Emission (z.B. Art und Zustand des Oberbaus bzw. der Fahrzeuge), der Transmission (z.B. Untergrundverhältnisse, Meteorologie) und der Immission (z.B. Gebäudedynamik, Lage und Ankopplung der Messpunkte in und an Gebäuden) maßgebend. Eine Verringerung der Messunsicherheit wird in der Praxis meist nur durch eine oftmals aufwändige pauschale Erhöhung der Stichprobenzahl herbeigeführt. Das entsprechende Regelwerk enthält hierzu pauschalisierte Vorgaben (vgl. DIN 4150 bzw. RiL 800.25xx). Im Rahmen einer Untersuchung wurden die relevanten Einflussfaktoren der Unsicherheit anhand von Messdaten mit Hilfe allgemeiner statistischer Methoden sowie speziellerer Festlegungen im Hinblick auf die Aussagesicherheit analysiert sowie die Konsequenzen für Folgegrößen der gemessenen Schwingungsgrößen abgeleitet. Als Ergebnis sollten Schlüsse gezogen werden, welche Stichprobenzahl bei unterschiedlichen Schichten notwendig sein können, um statistisch gesicherte Aussagen aus Messungen von Erschütterungsmissionen an oberirdischen Schienenwegen abzuleiten.

Do. 8:55 Atze-Theater

Schwingungstechnik

Vibro-akustischer Teststand zur Untersuchung aktiver Lärmreduktion

T. Lohrenscheit und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Um ökonomischere Flugzeuge zu produzieren werden neue Materialien, wie zum Beispiel kohlenstoffverstärkte Kunststoffe (auch cfk = carbon fiber reinforced plastic), im Flugzeugbau verwendet. Zusätzlich wird versucht das Gewicht des Flugzeuges an sich zu reduzieren, z.B. durch leichteres akustisches Dämmmaterial. Diese Maßnahmen stellen die Kabinenakustik vor neue Herausforderungen.

Um die Kabinenakustik zu untersuchen und um Maßnahmen zur Lärmreduktion entwickeln und testen zu können wird ein entsprechender Versuchstand benötigt.

Für die Planung eines solchen Versuchsstandes werden Finite-Elemente-Simulationen durchgeführt. Bei den Simulationen sind nicht

nur die Transmissionspfade und das Verhalten aufgrund des eingebrachten Lärmes von Bedeutung, stattdessen müssen die Simulationen schon im Hinblick auf mögliche (aktive) Gegenmaßnahmen konzipiert werden. Als Maßnahmen kommen aktive akustische Lärmreduktionsmaßnahmen (ANC) sowie aktive vibro-akustische Lärmreduktionsmaßnahmen (ASAC) in Betracht.

Der Beitrag liefert eine Übersicht verschiedener Aspekte, welche bei einem Versuchsstand zur Untersuchung der Kabinenakustik berücksichtigt werden müssen.

Do. 9:20 Atze-Theater

ANC/AVC

Evaluation of Active Noise Control Strategies

T. Kletschkowski

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Different approaches can be applied for active control of interior noise. If the anti-noise is generated by loudspeakers, the approach is known as active noise control (ANC). If an active control system consists of structural actuators and acoustic sensors, active structural acoustic control (ASAC) is applied. If structural actuators as well as structural sensor are used, active vibration control (AVC) is applied

However, if it is impossible to block a specific transmission path by AVC or to reduce noise radiation into the enclosure by ASAC, ANC is in many situations a valid approach that can directly be applied to the acoustic field by causing only minor retroaction on the surrounding structure. This statement will be motivated by a simplified analysis of an air filled duct that is coupled to a vibrating structure.

To evaluate different ANC strategies, a close form solution will be derived in frequency domain using a travelling wave model. The advantages and disadvantages of different control strategies such as minimization of pressure and pressure gradient will be discussed with respect to the reduction of the potential energy density of the benchmark system.

Do. 9:45 Atze-Theater

ANC/AVC

Konzept und Aufbau eines Mock-up einer Flugzeugröhre zur Untersuchung verschiedener Lärmreduzierungsverfahren

N. Hövelmann und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise sind zum einen kraftstoffsparende Antriebssysteme, zum anderen Möglichkeiten zur Gewichtseinsparung besonders im Flugzeugbau ein aktuelles Thema. "Sparsame" Propellerantriebe tragen im Allgemeinen hohe, tonale Lärmpegel im tieffrequenten Bereich in die Flugzeugkabine ein. Die Bekämpfung dieses Lärms mit herkömmlichen, passiven Maßnahmen bedeutet in der Regel ein hohes Mehrgewicht, wodurch mögliche aktive Lärmreduzierungsmaßnahmen (ANR) in den Vordergrund rücken. Um unter

reproduzierbaren Bedingungen verschiedene ANR-Methoden zu untersuchen und zu bewerten - z.B. hinsichtlich Regelungserfolg, Energieverbrauch, Gewicht, Bauvolumen -, entstand an der HSU ein hölzernes Mock-up einer Flugzeugröhre mit 4 m Durchmesser und 15 m Länge. Durch die Bauweise mit 10 je 1,50 m langen Segmenten bietet sich die Möglichkeit, weitere Module mit anderen Materialien einzubinden, um z.B. vibroakustische Untersuchungen durchzuführen. Das Paper beschreibt die Entstehung der Röhre von der CAD-Zeichnung über die Fertigung bis zur Montage. Parallel zur Hardware wurde ein FE-Modell erstellt, mit dem im Vorwege der Einfluss der Ausrichtung im Aufstellraum auf den Holzzylinder untersucht wurde, um das relativ zeitaufwändige Montieren nur einmal durchführen zu müssen. Weiterhin soll dieses FE-Modell, das durch Nachhallzeitmessung und Kartierung des Schallfeldes verifiziert wurde, Optimierungen diverser ANC-Methoden bezüglich definierter Parameter (z.B. Anzahl und Position von Aktoren und Sensoren) vorbereiten.

Do. 10:10 Atze-Theater

ANC/AVC

Breitbandige aktive Schallreduktion mittels Feedback-Regelung und virtuellen Sensoren

S. Jukkert, O. Pabst und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Systeme zur aktiven Lärmreduktion bieten eine Möglichkeit, Lärm gezielt so zu beeinflussen, dass der Komfort des Menschen verbessert wird. Ist die störende Lärmquelle bekannt, so ist die Regelung mit Referenzsignal möglich (Feedforward-Regelung). Sind jedoch in der Regelumgebung viele unkorrelierte Störschallquellen vorhanden, wie z.B. in einem Linienflugzeug, wird eine exakte Referenzierung des Störsignals für die Regelung erschwert. Aus diesem Grund wird hier die Implementierung der Feedback-Regelung für breitbandigen Störschall untersucht. Dabei wird eine Variante des single channel feedback filtered-X LMS (SISO FBFxLMS) verwendet, algorithmisch erweitert um den Ansatz der virtuellen Sensoren. Dazu wurde mit MATLAB-Simulink ein Simulationsmodell der Regelumgebung mit experimentell bestimmten Übertragungsstrecken erstellt und für den Fall eines bandbegrenzten Störsignals ($100 < f < 300$ Hz) untersucht. Das erstellte Modell wurde anschließend auf einer dSpace Hardware implementiert und in einer realen Testumgebung eingesetzt. Die Ergebnisse von Simulation und Experiment (10-14 dB Schallreduktion am Ort des virtuellen Sensors) werden hier diskutiert und das System hinsichtlich seiner Anwendbarkeit analysiert.

Do. 14:00 Atze-Theater

ANC/AVC

Experimentelle Untersuchungen zur breitbandigen Lärmreduktion an einer Schlafzelle

H. Lehmann, O. Pabst und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Aktive Systeme zur Reduktion von störendem Schall sind insbesondere dann von Interesse, wenn tieffrequenter Störschall vorherrscht und wenig Einbauraum und Zuladung zur Verfügung stehen. Letzteres ist insbesondere der Fall in Flugzeugen. Daher wird hier die Anwendbarkeit der aktiven Schallreduktion in dem Ruhebereich für Flugbegleiter eines Jetflugzeuges untersucht. In dieser Umgebung sind viele unkorrelierte Störschallquellen vorhanden (z.B. durch Grenzsichtlärm, Antriebslärm, Lüftung) und eine sensorische Erfassung eines Referenzsignals für die Regelung ist schwierig zu realisieren. Es liegt daher nahe hier eine Variante der Feedback-Regelung zu verwenden. Durch die besonderen Anforderungen bzgl. Komfort können Sensoren nicht direkt an dem Ort der gewünschten Ruhezone positioniert werden, weshalb bei dieser Anwendung mit einer Methode der virtuellen Sensoren gearbeitet wird. Der auf einer DSpace Hardware implementierte Regler wird im Rahmen dieses Beitrages in einem akustischen Mock-up einer Schlafzelle experimentell untersucht unter Verwendung bandbegrenzten Störschalls ($100 < f < 300 \text{ Hz}$). Dabei wird auf die Positionierung des aus zwei Mikrofonen und einem konventionellen Lautsprecher bestehenden Systems innerhalb der Kabine eingegangen sowie auf die sich ausbildende Zone der Ruhe an einem Kunstkopf. Weiterhin wird die Auswirkung mehrerer unkorrelierter Störquellen auf die Regelung untersucht.

Do. 14:25 Atze-Theater

ANC/AVC

Aktive Schall- und Schwingungsreduzierung bei CNC-Bearbeitungszentren

H.-W. Hoffmeister, B.-C. Schuller und K. Loeis

TU Braunschweig, Inst. f. Werkzeugmaschinen und Fertig.-technik

Möbelteile aus Holzwerkstoffe werden unter anderem auf CNC-Bearbeitungszentren hergestellt. Als Holzwerkstoffe werden industriell gefertigte, zumeist plattenförmige Materialien aus verleimten Holzteilen, zum Beispiel aus Holzspäne oder Holzfasern, bezeichnet. Span- und Faserplatten sind Holzwerkstoffe, die hierzulande im Möbelbau den bedeutendsten Anwendungsbereich haben. Die Aufgabe eines Bearbeitungszentrums ist die spanende Komplettbearbeitung dieser Werkstücke. Für das Fixieren und Positionieren der Werkstücke werden überwiegend Vakuum-Aufspannsysteme verwendet. Diese Spannsysteme, in Form eines Konsolentisches mit mehreren Blocksaugern, weisen eine hohe Flexibilität und eine gute Zugänglichkeit bei der Bearbeitung der Werkstückkanten auf. Von Nachteil aber ist, dass die plattenförmigen Werkstücke freie Mittel- oder Endflächen besitzen, die während der Bearbeitung zu Schwingungen angeregt werden. Diese Schwingungen

führen zu einer hohen Schallabstrahlung und verschlechtern mitunter die Qualität einer beschichteten Werkstückkante. Um die Schwingungsamplituden und die Schallabstrahlung, die während der Zerspanung entstehen, aktiv zu reduzieren wurde im Rahmen eines öffentlich geförderten Forschungsprojektes ein adaptronisches Spannsystem entwickelt. In diesem Beitrag werden die grundlegenden Schritte zum Aufbau dieses Systems vorgestellt. Diese beinhalten die messtechnische Schallquellenortung mittels akustischer Kamera, die akustische Simulation des Systems, die Auswahl der Aktorik und Sensorik sowie die Konstruktion und Integration in die Maschine. Die erreichten Ergebnisse dieser Arbeiten zeigen die Signifikanz von adaptronischen Systemen hinsichtlich Schall- und Schwingungsreduktion bei Werkzeugmaschinen.

Do. 14:50 Atze-Theater

ANC/AVC

Aktive Schallreduktion und -gestaltung in PKW Abgasanlagen

R. Wimmel^a, O. Buske^b, W. Ruth^b, K. Spindler^b, H. Siebald^a, P. Klötzer^a und H. Venghaus^c

^aERAS GmbH; ^bEMCON Technologies Germany (Augsburg) GmbH;

^cSchall- und Schwingungstechnische Beratung Venghaus

Die Anforderungen an die Schallemission von Fahrzeugen werden vom Gesetzgeber weiter verschärft. Das Abgasmündungsgeräusch ist dabei nach wie vor eine der dominanten Teilschallquellen. Gleichzeitig ist der für die Abgasanlage zur Verfügung stehende Bauraum zunehmend limitiert. Effizientere Schalldämpfung bei geringerem Bauraum stellt in der herkömmlichen Schalldämpfertechnologie einen Widerspruch dar. Daher haben die EMCON Technologies GmbH und die ERAS GmbH ein aktives System zur Reduktion des Mündungsgeräusches von Abgasanlagen entwickelt und umgesetzt. Neben der akustischen Verbesserung der Anlage ermöglicht das aktive System kleinere und leichtere Schalldämpfer einzusetzen. Darüber hinaus bietet ein solches System die Möglichkeit einer gezielten Klanggestaltung des Abgasmündungsgeräusches. Eine dynamisch angesteuerte Klappe in der Abgasanlage dient als Anti-Schallquelle zur Kontrolle des sich ausbreitenden Schalls. Öffnungswinkel und Dynamik der Oszillation werden je nach Betriebszustand geregelt. Das System ist bereits erfolgreich an mehreren Versuchsfahrzeugen der oberen Mittelklasse auf dem Rollenprüfstand getestet worden. Im vorliegenden Beitrag wird das Konzept des Gesamtsystems vorgestellt und die Systemkomponenten erläutert. Die Funktionsfähigkeit des Systems wird anhand von Messungen vergleichend zur Serienanlage dargestellt. Eine akustische Demonstration der Wirksamkeit rundet den Vortrag ab.

Do. 15:15 Atze-Theater

ANC/AVC

Robust Active Noise Control (ANC) for Engine Booming Noise and HVAC Noise ReductionY. Naor, K. Kirshner und A. Bereby*Silentium, Rehovot (Israel)*

The noise inside a vehicle cabin is a combination of several noise sources: road noise, wind noise, ventilation noise and noise generated by the engine. The engine noise is transmitted to the cabin as air-borne and structure-borne noise; as a result, periodic noise components are excited inside the vehicle cabin. In the scope of this work, two ANC modules were developed and implemented. The first ANC module is an active muffler assembled on the inlet/outlet of the HVAC unit, aiming to reduce the ventilation noise. The second ANC module was designed to reduce the noise excited by the engine. Both modules were realized on the same Silentium's S-CubeTM controller. In this paper, we discuss the challenges of implementing "real-world" ANC controller for the automotive industry. The following results can be reported: HVAC unit - 15dBA [SWL] reduction, Engine unit - 20dBA of noise reduction at the second harmonic while driving with constant speed condition, and 10-15dBA of noise reduction was obtained at the second harmonic while the speed of the engine changed from 1000RPM to 4000RPM within 10 seconds.

Do. 8:30 Gauß B 501

Robuste Spracherkennung

Options for Modelling Temporal Statistical Dependencies in an Acoustic Model for ASRV. Leutnant und R. Haeb-Umbach*Universität Paderborn*

Traditionally, ASR systems are based on hidden Markov models with Gaussian mixtures modelling the state-conditioned feature distribution. The inherent assumption of conditional independence, stating that a feature's likelihood solely depends on the current HMM state, makes the search computationally tractable, nevertheless has also been identified to be a major reason for the lack of robustness of such systems. Linear dynamic models have been proposed to overcome this weakness by employing a hidden dynamic state process underlying the observed features. Though performance of linear dynamic models on continuous speech/phone recognition tasks has been shown to be superior to that of equivalent static models, this approach still cannot compete with the established acoustic models.

In this paper we consider the combination of hidden Markov models based on Gaussian mixture densities (GMM-HMMs) and linear dynamic models (LDMs) as the acoustic model for automatic speech recognition systems. In doing so, the individual strengths of both models, i.e. the modelling of long-term temporal dependencies by the GMM-HMM

and the direct modelling of statistical dependencies between consecutive feature vectors by the LDM, are exploited. Phone classification experiments conducted on the TIMIT database indicate the prospective use of this approach for the application to continuous speech recognition.

Do. 8:55 Gauß B 501

Robuste Spracherkennung

Filterung der Kurzzeit-Energieverläufe in Teilbändern zur Verbesserung der Spracherkennung bei Freisprechen

A. Kitzig und H.-G. Hirsch

Hochschule Niederrhein

Beim Einsatz eines Spracherkennungssystems im Freisprechmodus in einer räumlichen Umgebung stellt man eine deutliche Verschlechterung der Erkennungsraten auf Grund des Nachhalls fest. Ein möglicher Ansatz zur Verbesserung der Erkennungsraten besteht in einer Vorverarbeitung des Sprachsignals zur Reduktion des Halls. Da zur Extraktion relevanter akustischer Merkmale im Bereich der Spracherkennung meist eine Analyse im Spektralbereich stattfindet, bietet sich der Einsatz eines im Frequenzbereich arbeitenden Verfahrens an. Der Nachhall führt zu einer Tiefpassfilterung des Verlaufs der Kurzzeit-Energie in einzelnen Teilbändern. Es gab bereits verschiedene Untersuchungen zur Verwendung einer inversen Filterung. Dabei wurden die Filter in der Regel aus einem einfachen Hallmodell abgeleitet, das auf einem exponentiell abfallenden Verlauf der Raumimpulsantwort beruht. Damit kann allerdings nur näherungsweise der Nachhall in realen Räumen modelliert werden. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden zunächst verschiedene Filteransätze zur Modellierung des Nachhalls realer Räume im Frequenzbereich betrachtet. Dabei werden Filterstrukturen betrachtet, die eine bessere Modellierung im Vergleich zu den einfachen Hallmodellen erlauben. Aus den geeignetsten Filtermodellen wird eine zugehörige inverse Filterung abgeleitet. Die Verwendbarkeit einer derartigen Vorgehensweise zur Reduktion des Halls und zur Verbesserung der Spracherkennung wird im Rahmen von Erkennungsexperimenten mit Sprachdaten aufgezeigt, deren Aufnahme im Freisprechmodus durch Faltung mit realen Raumimpulsantworten nachempfunden wird.

Do. 9:20 Gauß B 501

Robuste Spracherkennung

Robustheit automatischer Spracherkennung mit Amplitudenmodulationsspektrogrammen.

N. 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*

Heutige automatische Spracherkennersysteme erreichen bei weitem nicht die Leistung des menschlichen Gehörs, wenn sie in akustisch schwierigen Bedingungen, wie etwa störgeräuschbehafteten oder halligen Umgebungen, eingesetzt werden. In diesem Beitrag wird zur Erhöhung der Robustheit der Ansatz einer am Gehör orientierten Musterextraktion durch Amplitudenmodulationsspektrogramme (AMS) verfolgt.

Diese sind motiviert durch psycho-physische und neuro-physiologische Erkenntnisse über die Verarbeitung von Amplituden-Modulationen im auditorischen System von Säugetieren. Mit den AMS wird die Verarbeitung von Modulationsfrequenzen durch den Menschen simuliert, indem für jeden Frequenzkanal der Kurzzeitspektralanalyse zusätzlich auch das Modulationsspektrum bestimmt wird.

Die Standard-Merkmale in der automatischen Spracherkennung (ASR) sind die Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), welche mit der Mel-Filterbank und dem logarithmierten Spektrum eine grobe Repräsentation des auditorischen Systems zeigen. Da jedoch die AMS ein detaillierteres Modell der auditorischen Verarbeitung darstellen, erscheint die Nutzung der AMS als Merkmalsvektoren zur ASR als sinnvoll. Es wird untersucht, ob diese Merkmale in Verbindung mit einer Klassifikation durch Hidden Markov Modelle (HMM) besonders unter schwierigen akustischen Bedingungen, wie Rauschen und Nachhall, Vorteile bieten. Zudem werden Aspekte der technischen Umsetzung diskutiert, beispielsweise wie die Länge der Merkmalsvektoren geeignet reduziert werden kann, da diese je nach Wahl der AMS Parameter sehr groß werden können.

Do. 9:45 Gauß B 501

Robuste Spracherkennung

Investigating the Complementarity of Spectral and Spectro-temporal Features

M. Heckmann^a, X. Domont^b, F. Joublin^a und C. Goerick^a

^a*Honda Research Institute Europe GmbH*; ^b*TU Darmstadt*

Most common speech features as Mel Cepstral Coefficients (MFCCs) and RASTA-PLP features use only spectral information. From measurements in the mammalian auditory cortex it is known that the mammalian brain jointly uses spectral and temporal information. To model this we previously developed Hierarchical Spectro-Temporal (HIST) features. They consist of two layers, the first capturing local spectro-temporal variations and the second integrating them into larger receptive fields. At both layers the receptive fields are learned in a data-driven unsupervised way. On the first layer we apply ICA (Independent Component Analysis) and in the second layer Non Negative Sparse Coding (NNSC). The dimensionality of the resulting features is reduced via the application of a Principal Component Analysis (PCA) and then fed into a Hidden Markov Model (HMM). In this paper we investigate the complementarity of these features to conventional spectral features. For doing so we carried out experiments in a continuous digit in noise recognition task, a setup very similar to the Aurora-2 task. Additionally we performed a correlation analysis between the features. The results show that the HIST features carry complementary information and that they can be beneficially combined with purely spectral features especially to reduce error rates in noise.

Do. 10:10 Gauß B 501

Robuste Spracherkennung

Factors for Linguistic and Prosodic Emotion RecognitionT. Polzehl^a, F. Metze^b und A. Schmitt^c^a*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*; ^b*SCS/LTI, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA*; ^c*Institute of Information Technology, University of Ulm*

This paper reports on robust anger detection from speech utterances. In order to detect emotion-related user states from speech signals we compare performances from two essentially different approaches. We compare the impact of linguistic features, i.e. features taken from the transcriptions of spoken utterances as obtained by ASR, and prosodic/acoustic features, i.e. drawn from the audio signal directly, for an anger classification task. Our databases capture speech from two real life customer care IVR systems. Both systems share largely the same domain, however, the challenge of robust speech processing for emotion classification is motivated by comparing the performance of our features for both English and German language IVR systems. Finally we explore the impact of system fusion for more accurate classification results.

Do. 14:00 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Influence of the linguistic complexity in relation to speech material on non-native speech perception in noise.A. Warzybok^a, K. Wagener^b, T. Brand^a und B. Kollmeier^a^a*Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg*; ^b*Hörzentrum Oldenburg GmbH*

Speech communication in a foreign language is especially difficult in noise. For non-native listeners (NN) speech intelligibility is not only affected by masking but also by limited experience with the vocabulary, syntax, and semantics of the second language (L2). This study investigated how speech material influences the intelligibility in noise by NN. Speech reception thresholds were measured for 40 non-native German listeners using three speech intelligibility tests: the Digit Triplets Test, the Oldenburg Sentence Test and the Göttingen Sentence Test. The NN participants differed in their German language skills. In each test performed significantly worse intelligibility scores were obtained by the NN than by the native listeners. The largest difference was found in the Göttingen Sentences which uses daily life sentences. This indicates that intelligibility of everyday speech is most challenging for NN. Results also showed that the level of L2 skills is significant for speech reception in noise, and the differences between groups increased with increasing linguistic complexity of the speech material. These findings support the expectation that NN's speech intelligibility in noise is strongly dependent on the speech material and listeners skills in L2, and decreases with complexity, advanced speech stimuli and limited knowledge in L2.

Do. 14:25 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Modellierung binauraler Sprachverständlichkeit in verhallter UmgebungJ. 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*

In räumlichen Situationen sind binaurale Sprachverständlichkeitsschwellen oftmals niedriger, wenn Sprache und Störgeräusch aus unterschiedlichen Richtungen angeboten werden. In verhallten Umgebungen ist dieser Effekt häufig verringert, da Reflektionen und Nachhall das Störgeräusch diffuser erscheinen lassen und somit eine räumliche Trennung von Stör- und Nutzschall erschwert wird. Ein kürzlich entwickeltes Modell konnte den binauralen Gewinn in verhallten Umgebungen vorhersagen [Beutelmann und Brand: Prediction of speech intelligibility in spatial noise and reverberation for normal-hearing and hearing-impaired listeners, J.Acoust.Soc.Am 120, S. 331-342]. Diese Studie stellt eine Erweiterung des Modells vor, die auch den schädlichen Einfluss des Nachhalls auf die Sprache selbst beschreiben kann. Als Grundlage dient ein Experiment, in dem der Abstand von Schallquellen und Empfänger systematisch verändert wurde. Das Störgeräusch wurde aus drei Richtungen angeboten (0° , 45° , 90°), die Sprache von vorne (0°). Das variierte Verhältnis von Direktschall- und Raumhallenergie hat Einfluss auf die Sprachverständlichkeitsschwellen für alle drei Störgeräuschrichtungen. Der binaurale Gewinn sinkt mit schlechteren Verhältnissen von Direkt- zu Reflektionsschall. Erhöhte Schwellen sind zu beobachten, wenn Sprache und Störgeräusch aus derselben Richtung angeboten werden. Dieser Effekt kann mit dem Originalmodell nicht erklärt werden. Das erweiterte Modell stimmt gut mit den Messdaten überein und ist somit genereller auch in verhallten Umgebungen anwendbar.

Do. 14:50 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Adaptives Sprachschallmaskierungssystem für offene Bürowelten

F. Zickmantel and M. Barth

SilenceSolutions GmbH

Offene Bürolandschaften erfreuen sich bei Unternehmen einer großen Beliebtheit. Neben einer effizienten Flächenausnutzung bieten sie zudem die Möglichkeit einer teamorientierten Arbeitsweise. Moderne Bau-trends, sowie die Verdichtung der Personalbelegung, führten in den vergangenen Jahren zu einer kontinuierlichen Steigerung des Lärmniveaus. Allein die Absenkung von Nachhallzeiten, durch Bedämpfung der Raumbegrenzungsflächen führt zu keiner ausreichenden raumakustischen Konditionierung. Zwar wird der Gesamtpegel im Raum reduziert, gleichzeitig wird jedoch die Sprachverständlichkeit erhöht. Eine Abschirmung von Arbeitsplätzen ist daher erforderlich. Je nach Konstruktion der Schallschirme werden unterschiedliche Pegelminderungen erzielt,

die oftmals nicht zu einer relevanten Reduktion der Sprachverständlichkeit im Nahbereich führen. Es bietet sich dann die Verwendung eines Schallmaskierungssystems an. Das neu entwickelte Maskierungssystem SISOMask diagnostiziert aufkommenden Sprachschall und spielt nur dann maskierende Geräusche aus, wenn diese tatsächlich benötigt werden. Dadurch kann das Ansteigen des Grundgeräuschpegels bei geringem oder hohem Sprachaufkommen reduziert werden. SISOMask verfügt über eine intelligente Spracherkennungsroutine, um Fremdgeräusche zu filtern, sowie Analysealgorithmen und Regelsysteme zur Beurteilung von Schwellwerten. Es wurde für die Kombination mit halb- oder raumhohen Stellwänden konzipiert und kann auch zur Unterstützung der Dämmungseigenschaften von Wänden beitragen. SISOMask basiert auf einer durchgängigen Software-Lösung, deren Anwendung und Funktionen darlegt werden. Messergebnisse an Probanden, sowie objektive Parameter bzgl. der Sprachverständlichkeit werden erläutert.

Do. 15:15 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Parametric Diphthong Formant Trajectory Representations for Forensic Speaker Recognition

E. Enzinger

Austrian Academy of Sciences, Acoustics Research Institute

Three different parametric diphthong formant trajectory representations are evaluated for the use in forensic speaker identification. Polynomial curves, discrete cosine transform and B-splines are fitted to tracks of the first three formants of diphthongs from 30 Viennese German speakers. Instantaneous measurements are taken at two presumed phonetic targets (emulating dual-target) as well as 9 measurements at 10% steps throughout the duration of the segments. Comparisons are performed in a likelihood ratio framework, using a multi-variate kernel density formula (MVKD). The MVKD relates speaker similarity to all measurements. The evaluation applies cross-validation by using the remaining speakers as background data when comparing two particular speakers. Resulting error rates are computed for all conditions and displayed in DET plots.

Do. 15:40 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Vergleich von Merkmalsextraktionsverfahren für die automatische Sprecherverifikation bei Nichtübereinstimmung des Stimm-aufwands in Trainings- und Testdaten

C. Harwardt

Fraunhofer FKIE

Die automatische Sprecherverifikation auf Audiodaten mit weitestgehenden Übereinstimmungen der Signaleigenschaften in Trainings- und Testmaterial liefert für viele Szenarien und Signalqualitäten bereits sehr gute Ergebnisse. Stimmen die Signaleigenschaften jedoch nicht überein,

so sinkt die Erkennungsrate häufig rapide ab. Ein Fall der Nichtübereinstimmung ist die Erhöhung des Stimmaufwands in einem der Signale. Erhöht der Sprecher seinen Stimmaufwand, um beispielsweise Hintergrundgeräusche zu übertönen, so ändern sich die akustischen Eigenschaften des Sprachsignals stark. Bisher ist jedoch noch kein klares Muster zur Beschreibung dieser Veränderungen der verschiedenen akustischen Parameter gefunden worden, da die Veränderungen sprecherabhängig zu sein scheinen. Um dieses Problem speziell für die automatische Sprecherverifikation zu untersuchen, werden in dieser Arbeit bestehende Standardmerkmalsextraktionsverfahren auf ihre Leistung in einem solchen Szenario verglichen. Die Ergebnisse dieser Arbeit bilden demnach die Grundlage um bestimmte Merkmale für die weitere Nutzung in einem solchen Szenario auszuschließen und in weiteren Schritten das beste Merkmal auf seine Schwachpunkte für die Sprechererkennung bei verschiedenen Stimmaufwandsgraden zu untersuchen und gegebenenfalls zu verbessern.

Do. 16:05 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

A model of the auditory nerve for acoustic and electrical excitation

M. Nicoletti, W.P. Bade, M. Rudnicki, M. Isik, S. Karg und W. Hemmert
IMETUM, TU München

For both normal hearing subjects and cochlear implant patients the most drastic step of sound coding for neuronal processing is when the analog signal is converted into discrete nerve-action potentials. As any information lost during this process is no longer available for neural processing, it is important to understand the underlying principles of sound coding. Here we focus on a model of spiral ganglion type I neurons with Hodgkin-Huxley type ion channels, which are also found in cochlear nucleus neurons. Depending on the task, we model the neurons at different levels of detail. We analyze the quality of coding with the framework of automatic speech recognition and the methods of information theory. Our results show that for acoustic stimuli, the model provides realistic refractoriness and generates more realistic spike trains compared to an artificial spike generator. Not surprisingly, speech discrimination in electrical hearing is lower than in acoustic hearing. On the other hand, the temporal precision of information coding seems to be very high because at levels well above threshold, action potentials are elicited quasi deterministic by the electrical stimuli. We argue that CIS strategies a) waste as much as 50% of this information and b) much of the information coded in the time domain can not be retrieved by the neurons in the cochlear nucleus.

Do. 16:30 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Erweiterung des E-Modells für Super-Wideband-Sprachübertragung

M. Wältermann, I. Tucker, A. Raake und S. Möller

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Das E-Modell ist ein von der internationalen Standardisierung für Telekommunikation (ITU-T) empfohlenes Werkzeug für die parametrische Vorhersage von Sprachübertragungsqualität. Es liefert Qualitätsschätzwerte für verschiedenste Übertragungsbedingungen, wie sie bei herkömmlicher Schmalbandsprachübertragung ("narrowband", 300-3400 Hz) auftreten können. Ebenso lässt sich die wahrgenommene Qualität anhand wichtiger Einflussfaktoren bei der Übertragung von Breitband-sprache ("wideband", 50-7000 Hz) quantitativ vorhersagen.

In diesem Beitrag wird das E-Modell erweitert, um so genannte Super-Wideband-Sprachübertragung abzubilden, d.h. einer Übertragung im Frequenzband von 50 bis 14000 Hz. Dies geschieht durch eine Aufweitung der Qualitätsskala des E-Modells auf der Basis der Ergebnisse von zwei auditiven Experimenten, die hier vorgestellt werden. Es wird eine lineare Extrapolation abgeleitet, die zu einer universellen Skala führt, auf der die Qualitätsvorhersagen für die Übertragungsbedingungen "narrowband", "wideband" und "super-wideband" einheitlich dargestellt werden und direkt miteinander verglichen werden können. So lässt sich insbesondere der maximale Qualitätsgewinn bei der Super-Wideband-Übertragung quantifizieren. Dieser beläuft sich auf 39% gegenüber ansonsten nicht beeinträchtigter Wideband-Sprache, und auf 79% gegenüber ansonsten reiner Narrowband-Sprache.

Do. 16:55 Gauß B 501

Sprachverarbeitung

Monaural and binaural benefit from early reflections for speech intelligibility

I. Arweiler, J. Buchholz und T. Dau

Technical University of Denmark

The auditory system takes advantage of early reflections (ER) in a room by integrating them with the direct sound (DS) and thereby increasing the effective speech level. The present study quantifies the benefit from ER compared to the DS in different noise conditions and investigates if this benefit is due to monaural or binaural mechanisms. Monaural and binaural speech intelligibility tests were performed with 9 normal-hearing listeners in a loudspeaker-based virtual auditory environment. The Danish sentence test Dantale II was presented from a loudspeaker at 0° azimuth and speech intelligibility was measured either in diffuse speech shaped noise (SSN) or with directional SSN, multi talker babble and reversed speech at 90° azimuth. Different signal-to-noise ratios were obtained by changing the DS level of the speech signal, the ER level, or both together. Increased ER energy improved speech intelligibility but the effect was smaller than for increased DS energy. The benefit from

ER did neither depend on the type of interferer nor on the listening mode (monaural or binaural). For the SSN no binaural processing other than a summation of the signals at the two ears could be observed. For the modulated interferers, however, listeners showed an additional binaural benefit.

Donnerstag

Sprachverarbeitung (Poster)

Evaluation of Articulatory Speech Synthesis: A Perception Study

D. Bauer^a, P. Birkholz^b und B.J. Kröger^b

^a*RWTH Aachen*; ^b*Department of Phoniatrics, University Hospital Aachen*

In this study, the intelligibility of an articulatory speech synthesizer has been evaluated by a perception test of monosyllabic utterances which were presented to a human listener. The stimuli were CV and CCV syllables. The CV syllables consisted of voiced and voiceless plosives /b,d,g,p,t,k/, nasals /m,n/ and the lateral /l/ as consonant combined with five different vowel qualities of long vowels in Standard German. The set of CCV was compiled by using a plosive as first consonant and nasal or lateral as second consonant. The analysis of the confusion matrix showed which parameters should be revised to improve the intelligibility of the synthesis: changed wall stiffness will have effect on bandwidth of transition which seemed to be too broad, velocity of articulators seemed to be too low during beginning of release. The aspiration parameters should be adapted, especially the amplitude of friction which seems to be too low for most voiceless plosives. The results are currently used to improve the synthesizer which is still under development.

Do. 8:30 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Bewertung eines multimodalen Systems in verschiedenen Test-situationen

I. Wechsung and A. Naumann

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse einer Evaluationsstudie eines multimodalen Entertainmentsystems vor. Das getestete System umfasst neben einer Fernbedienung ein Spiel, eine Video-on-Demand-Funktion sowie einen elektronischen Programmführer. Zu bedienen ist das Gerät über eine grafische Oberfläche mit Touch-, Sprach- und, für einige wenige Funktionen, Bewegungssteuerung. Außerdem ist eine Kombination der verschiedenen Modalitäten möglich. Ziel der Studie war zu untersuchen, wie sich verschiedene Testsituationen (explorativ vs. aufgabenorientiert) auf die wahrgenommene Qualität, erfasst durch Nutzerbewertungen, auswirken. Weiterhin wurde der Frage nachgegangen, welche Faktoren für die Modalitätenwahl und den Modalitätenwechsel relevant sind. Ausgehend von früheren Untersuchungen wurde dabei angenommen, dass Vertrautheit sowie Effizienz von einem Einfluss haben. Die Ergebnisse zeigen, dass das System in explorativen Testsituationen besser

beurteilt wird als in aufgabenorientierten. Möglicherweise ist dies damit zu erklären, dass im aufgabenorientierten Versuchsblock mehr als 40 Prozent der Aufgaben nicht im ersten Versuch erfolgreich gelöst werden konnten. Es ist daher plausibel anzunehmen, dass dies zur Frustration der Nutzer führte, was sich wiederum in schlechteren Bewertungen zeigte. Hinsichtlich von Modalitätenwahl und -wechsel erwies sich die vertrauteste Modalität, die Touchsteuerung, auch als am Beliebtesten. Jedoch stieg, gemäß unserer Annahmen, die Nutzungshäufigkeit der Sprachsteuerung an, wenn mit der Sprachsteuerung deutlich weniger Interaktionschritte zur Zielerreichung nötig waren als mit der Touchsteuerung.

Do. 8:55 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

"Handliche" interaktive 3D-Modelle als Komponente von AVT-Büchern im Web

J. Löttsch

GFal Sachsen

Seit 2006 haben wir sie im wahrsten Sinne des Wortes "in der Hand": interaktive 3D-Modelle, eingebettet in unsere web-basierten audio-visuell-taktilen Lehrbücher. Ein Student greift in der Mediathek ein "handliches" Modell und kann es sofort interaktiv erkunden (beispielsweise aus der Kollektion der Anatomie-Modelle zum Anatomie-Lehrbuch). Möglich wird das mit dem "WebFuX" (Web-Funkmedien-Explorer) nunmehr in der Version 9.1. Um 3D-Modelle wenigstens indirekt "interaktiv zu machen" hatten wir bereits 1995 Wirbelmodelle auf Tastreliefs montiert und über ein Tasttablett bzw. Touchscreen mit einem Dialogsystem verbunden (Löttsch/Rödig 1996). Direkt interaktive 3D-Modelle entstanden 1998. Mithilfe von Farbsensoren wurden diese mit Lehrbüchern für die multimediale Ausbildung von Blinden und Sehbehinderten in Knochenlehre verbunden. Schließlich gelang 2006 ein weiterer Schritt: Unter Einsatz von RFID-Transpondern wurde begonnen, 3D-Modelle in ein komplexes web-basiertes Lernsystem einzubinden. Mit diesem Projekt (Löttsch 2006, gefördert vom BM für Arbeit und Soziales) wurde ein Lernsystem bereitgestellt, das der integrativen Berufsbildung von Blinden und Sehbehinderten dient. Es gestattet, AVT-Bücher zu erkunden, die in Internet, Intranet oder auf dem eigenen PC verfügbar sind und durch gegenständliche Lernmedien wie Tastreliefs, Funkreliefs und Funkmodelle ergänzt werden. Damit werden Arbeiten abgerundet, die mit grafikzentrierten AT-Systemen 1992 für Blinde begannen, mit lehrbuchgeprägten AT-Systemen ab 1995 fortgesetzt wurden und schließlich ab 2000 zu integrativen AVT-Systemen für Blinde und Sehbehinderte ausgebaut wurden.

Do. 9:20 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Prüfstandsentwicklung zur Identifizierung des haptischen und akustischen Einflusses auf die Wertigkeit von Bedienelementen

W. Hufenbach, S. Prengel und M. Dannemann

TU Dresden, ILK

Moderne Bedienkonzepte müssen meist eine große Zahl an Einstell- und Nutzungsmöglichkeiten in einem Gerät vereinen und dabei durch den Nutzer intuitiv bedien- und anpassbar sein. Hersteller von derartig komplexen Produkten, versuchen meist eine hohe Wertigkeit ihrer Produkte zu vermitteln. Diese Wertigkeit spiegelt sich insbesondere an den Kommunikationsschnittstellen wie etwa Dreh- oder Drückstellern wider. Gleichzeitig wird aber aufgrund des hohen Kostendruckes und des kleinen zur Verfügung stehenden Bauraums speziell bei Multimediageräten aber auch in der Automobilbranche auf preiswerte Schaltelemente mit geringem Hub und somit unzureichender Haptik zurückgegriffen. Im Fokus der Untersuchungen mit Hilfe eines neuartigen Prüfstandes steht daher die Frage, inwieweit sich eine unzureichende Haptik durch eine geeignete hochwertige akustische Stimulation kompensieren lässt bzw. ob sich haptische und akustische "Einflussfaktoren" für die Wertigkeit eines Bedienelementes ermitteln lassen. Der erforderliche Prüfstand muss zum einen die Einstellung einer nahezu beliebigen Haptik ermöglichen und zum anderen eine Schnittstelle zum Einspielen verschiedener Betätigungsgeräusche bereitstellen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Drehschalter entworfen und aufgebaut, dessen Kraft-Weg- (bzw. Moment-Winkel-)Kurve variabel per Software einstellbar ist. Hauptbestandteil des Drehstellers ist dabei ein Elektromotor mit einem hochsensiblen Positionssensor und zugehörigem Steuergerät. Auf Basis speziell dafür entwickelter Algorithmen kann die Haptik unterschiedlicher mechanischer Schalter erfolgreich simuliert/nachempfunden werden. Mit Hilfe einer derart umgesetzten freien Kopplung von Tast- und Hörerlebnis können umfangreiche Studien an Probanden durchgeführt werden.

Do. 9:45 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Eine Vorhersagemethode für die Akzeptanz des akustischen Feedbacks von DrehstellernA. Treiber^a, G. Gruhler^a und G. Rozinaj^b^a*Hochschule Heilbronn*; ^b*Slovak University of Technology*

Moderne Benutzerschnittstellen in Kraftfahrzeugen basieren auf Menüstrukturen, die die häufige Betätigung einiger weniger Bedienelemente (Tasten und Drehstellern) erfordern. Für eine hohe empfundene Qualität sowie einer hohen Akzeptanz des Systems spielt neben der Gestaltung auch das haptische und akustische Feedback der Betätigung eine entscheidende Rolle. Im Rahmen von subjektiven Versuchsreihen wurden aussagekräftige Parameter zur Beschreibung des akustischen Feedbacks identifiziert und Werkzeuge entwickelt, um Zielgeräusche in Probandenversuchen zu definieren. Reale Geräusche können z.B. in der

Qualitätssicherung mit diesen Zielvorgaben verglichen werden, um Prognosen über die subjektive Akustische Qualität eines Bedienteils - hier am konkreten Beispiel eines Drehstellers - zu erstellen.

Do. 10:10 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Aspekte von klanglichem Feedback im Rahmen des 'Sliding-Wheel', einer neuartigen Interace-Metapher zur Navigation von Daten

M. Rath, I. Wechsung, J. Seebode, A. Assi und A. Naumann

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Der vorliegende Beitrag stellt Ergebnisse einer experimentellen Studie zum Einfluss auditiver Rückmeldungen im Umgang mit berührungssensitiven Benutzeroberflächen dar. Dazu wurde eine Anwendung zur Informationssuche und Navigation in großen Datenmengen prototypisch auf einem Apple iPhone implementiert. Ziel war es zu untersuchen, wie sich zusätzliches auditives Feedback auf die kognitive Belastung und die wahrgenommene Qualität auswirkt. Theoretischen Hintergrund bilden kognitionspsychologische Theorien wie das Modell multimodaler Ressourcen nach Wickens (2002) und Befunde zur Relevanz von auditiven Rückmeldungen bei einer Balancieraufgabe (Rath & Schleicher 2008). Es wurde erwartet, dass zusätzliches Feedback zu reduzierter kognitiver Belastung führt. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass multimodale Rückmeldungen in einer besseren subjektiven Bewertung der hedonischen Qualität resultieren. Ausgangspunkt dieser Annahme ist das Modell zum Nutzungserlebnis (User Experience) von Hassenzahl (2004). Nach diesem Modell sollen neuartige Interaktionsmöglichkeiten, wie z.B. multimodale Systemausgaben durch zusätzliches auditives Feedback, das Bedürfnis nach Stimulation befriedigen. Erfasst wurden demnach die wahrgenommene kognitive Belastung sowie die subjektiven Bewertungen der hedonischen und pragmatischen Qualität. Die Ergebnisse bestätigen unsere Annahmen: Zusätzliches auditives Feedback reduziert die kognitive Belastung und erhöht die wahrgenommene hedonische Qualität.

Do. 14:00 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Frequenzwahrnehmung von Ganzkörperschwingungen im Vergleich zur auditiven Wahrnehmung I

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

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Die Frequenzwahrnehmung ist eine grundlegende Eigenschaft des menschlichen Gehörs und spielt eine wichtige Rolle bei unterschiedlichen technischen Anwendungen (Hörhilfen, digitale Audiocodierung, Lokalisationsmodelle, Lautheitsberechnungen, usw.). Diese Arbeit zeigt,

dass es unterschiedliche Ähnlichkeiten zwischen der auditiven und taktilen Frequenzwahrnehmung gibt. In dieser Arbeit wurde die Frequenzwahrnehmung von vertikalen Ganzkörperschwingungen beim sitzenden Menschen untersucht. Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht dabei die Frequenzselektivität, die die Fähigkeit des Menschen bezeichnet, zwei gleichzeitig dargebotene Vibrationen getrennt voneinander wahrzunehmen. Die Ergebnisse einer entsprechenden Untersuchung sollen auf eventuelle Hinweise geprüft werden, nach denen die Aufnahme und Weiterleitung der vibratorischen Reize über voneinander unabhängig arbeitende Filter bzw. Kanäle erfolgt. Unter Berücksichtigung von Erkenntnissen und Messverfahren aus der Psychoakustik, aber auch aus der vibrotaktilen Wahrnehmungsforschung, wurde ein für die Untersuchung geeignetes Maskierungsexperiment ausgewählt. In diesem Experiment konnte der Einfluss von drei maskierenden, schmalbandigen Rauschsignalen auf die Verschiebung der Fühlschwelle von sieben sinusoidalen Testsignalen bestimmt werden. Als Haupteffekt stellte sich heraus, dass ein Schmalbandrauschen mit einer Mittenfrequenz von $f_c=31.5$ Hz sowohl die tiefen als auch die hohen Testsignalfrequenzen maskieren kann. Die Rauschsignale mit $f_c=63$ Hz und 160 Hz sind vor allem für die effiziente Verdeckung der höheren Frequenzen geeignet.

Do. 14:25 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Frequenzwahrnehmung von Ganzkörperschwingungen im Vergleich zur auditiven Wahrnehmung II

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

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Der Mensch ist im Alltag vielfältigen Ganzkörperschwingungen ausgesetzt, die vorwiegend in Fahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen und musikalischen Vorstellungen (Konzertsaal) auftreten. Die spektralen und zeitlichen Strukturen der Schwingungssignale spielen eine wichtige Rolle für die Beurteilung von Ganzkörperschwingungen. Dazu gehört an erster Stelle die Wahrnehmung der Frequenz.

Das Gehör verhält sich wie ein zeitvarianter Fourieranalysator. Durch die Arbeiten der Psychoakustiker kennt man heute grundlegende Informationen über die auditive Frequenzwahrnehmung und Frequenzselektivität. Der Begriff Frequenzselektivität bezeichnet die Fähigkeit des auditorischen Systems, die Komponenten eines komplexen Klages zu separieren. Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Ermittlung der Form der auditorischen Filter, z.B. Power-Spektrum-Model, Tuningskurven oder Notched-Noise-Methode.

In dieser Arbeit, ausgehend von diesen Kenntnissen, wurde die Wahrnehmung von Ganzkörperschwingungsfrequenzen untersucht. Aus den Untersuchungen konnte eine Vielzahl von Erkenntnissen gewonnen werden (z.B. JNDF, Frequenzselektivität und Maskierungseffekte). In diesem Beitrag werden diese neuen Erkenntnisse aus dem Ganzkörperschwingungsbereich vorgestellt und mit den Erkenntnissen aus der auditiven Wahrnehmung verglichen.

Do. 14:50 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Multisensorische Interaktion im Fahrzeug: Audio-Taktile IntensitätswahrnehmungS. Merchel, M.E. Altinsoy und A. Leppin*TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik*

Die Interaktion von auditiver und taktiler Wahrnehmung spielt eine wesentliche Rolle z. B. bei der Bewertung von Fahrzeugvibrationen und -geräuschen. Im Automobil treten unter anderem stark gekoppelte sinusförmige Schwingungen und tonale Schalle auf.

Dieser Beitrag diskutiert den Einfluss von Ganzkörperschwingungen auf die Lautheitswahrnehmung. Ebenso wird der Einfluss von akustischen Reizen auf die Intensitätswahrnehmung von Ganzkörperschwingungen untersucht. Dazu werden sinusoidale akustische und vibratorische Stimuli verwendet. Der akustische Stimulus wird diotisch über geschlossene Kopfhörer wiedergegeben. Für die Reproduktion von Ganzkörperschwingungen kommt ein elektrodynamischer Schwingstuhl zum Einsatz.

Es wurden zwei Experimente durchgeführt. Die Versuchsperson hatte dabei die Aufgabe einen bimodalen Stimulus bezüglich der wahrgenommenen Lautheit oder Vibrationsintensität an einen unimodalen Referenzstimulus anzugleichen. Das erste Experiment zeigt den signifikanten Einfluss von Ganzkörperschwingungen auf die Lautheitswahrnehmung. Ein tieffrequenter akustischer Stimulus wird lauter wahrgenommen, wenn gleichzeitig ein vibratorischer Stimulus mit gleicher Frequenz vorliegt. Dieser Effekt ist unabhängig von der Vibrationsstärke. Das zweite Experiment zeigt den Einfluss von akustischen Signalen auf die wahrgenommene Vibrationsintensität.

Do. 15:15 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Zum Einfluss der Farbpräferenz auf die LautheitsbeurteilungD. Menzel, T. Schulze und H. Fastl*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass sich das Lautheitsurteil durch gleichzeitige Darbietung von farbigen visuellen Stimuli beeinflussen lässt. Rot rief hierbei üblicherweise eine Überschätzung der Lautheit hervor. Jedoch zeigten sich oft starke inter-individuelle Schwankungen in der Lautheitsbeeinflussung durch verschiedene Farben. Als mögliche Ursache für diese individuellen Unterschiede wurde daher die Farbpräferenz am Beispiel abstrakter Farbflächen sowie Bildern eingefärbter Objekte und Innenräume untersucht. Weibliche und männliche Versuchspersonen zeigten hierbei Unterschiede hinsichtlich ihrer Farbvorlieben. Anschließend wurden die Lautheiten von zu den Bildern passenden Schallen per Größenschätzung beurteilt, während die visuellen Stimuli auf einem Bildschirm sichtbar waren, jedoch konnten keine Hinweise auf einen globalen oder individuellen Zusammenhang der Farbpräferenz mit der Lautheitsbeurteilung gefunden werden.

Do. 15:40 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Vibroakustische Untersuchungen an aktiven Handprothesen

A. Dittrich, M.E. Altinsoy und J. Landgraf

TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik

Moderne Handprothesen sind in der Lage, die natürliche Funktion und Beweglichkeit teilweise naturgetreu durch entsprechende Mechanismen, elektrische Antriebe und Stellelemente nachzubilden. Diese erzeugen unnatürliche, technische Geräusche, welche das Fremdkörpergefühl für den Patienten verstärken können und ggf. zu einer Minderbenutzung der Prothese führen kann, was den ungünstigsten Fall aus physiologischer Sicht darstellt. Die typischen Geräusche variieren mit Typ und Bauart der Prothese, sowie der Bewegungsform und Geschwindigkeit. Sie resultieren im Allgemeinen aus der Überlagerung und Weiterleitung der Geräusche der Einzelkomponenten. Insbesondere Antriebs- bzw. Servomotoren werden als wesentliche Geräuschquellen angesehen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde bei einer Prothese eine Transferpfadanalyse vorgenommen. Zuerst wurde die Schallentstehung am Motor analysiert. Anschließend wurden sowohl Luft- als auch Körperschallmessungen durchgeführt, um die Übertragungswege und das Schallabstrahlungsverhalten der Prothese zu charakterisieren.

Um eine Abschätzung der akustischen Anforderungen an eine Prothese zu erlangen, wurde eine Patientenbefragung zur vorhandenen Geräuschwahrnehmung sowie zur persönlichen Erwartungshaltung an das Geräuschverhalten der Prothese durchgeführt. Zusätzlich wurden die synthetisch erzeugte Geräusche bezüglich der Feedbacktauglichkeit und der Angenehmheit bewertet. Die Ergebnisse stellen eine Grundlage für konstruktive Veränderungen zukünftiger Prothesen zugunsten der Angenehmheit der Geräusche dar.

Do. 16:05 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Elektrophysiologische Korrelate auditiver Bewegungswahrnehmung

S. Getzmann und J. Lewald

IfADo Dortmund

Im Gegensatz zur visuellen Modalität sind die kortikalen Mechanismen auditiver Bewegungswahrnehmung noch wenig bekannt. Neuere elektrophysiologische Befunde deuten darauf hin, dass der Beginn einer Schallbewegung eine spezifische kortikale Aktivierung auslöst, die als neuronales Korrelat auditiver Bewegungsverarbeitung interpretiert wurde [z.B. Getzmann, Neuropsychologia, 47, 2625-2633 (2009)]. Davon ausgehend wurde in der vorgestellten Studie der Einfluss vorangehender räumlicher Schallreize auf die Verarbeitung nachfolgender auditiver Bewegungsreize untersucht. Probanden wurden unter akustischen Freifeldbedingungen horizontale Schallbewegungen dargeboten, die sich aus einer frontalen Position heraus entweder nach rechts oder links

bewegten. Den Schallbewegungen gingen entweder statische, frontale Schallreize oder räumlich verteilte Schallreize voran, die im linken oder rechten Halbfeld präsentiert wurden. Ein Einfluss der vorangehenden Stimulation auf die Bewegungsverarbeitung zeigte sich sowohl in den abgeleiteten elektrophysiologischen Korrelaten als auch in Verhaltensmaßen: Im Vergleich zu statischen Vorreizen bewirkten räumlich verteilte Vorreize vor allem dann eine Reduktion der bewegungsspezifischen kortikalen Aktivierung und eine Verschlechterung der psychophysischen Bewegungsdiskrimination, wenn diese im gleichen Halbfeld wie die nachfolgende Bewegung lokalisiert waren; vorangehende Stimulation im gegenüberliegenden Schallfeld hatte hingegen nur einen geringen Einfluss auf die Bewegungsverarbeitung. Diese Befunde werden mit Blick auf eine Beteiligung von Adaptationsmechanismen an der auditiven Bewegungsverarbeitung diskutiert.

Do. 16:30 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Modulation of earliest cortical sound processing by top-down predictive information as reflected by human event-related brain potentials

A. Widmann und E. Schröger

Universität Leipzig, Institut für Psychologie I

Prediction or forward modeling is a pre-requisite for successful interaction with the environment (e.g., predicting the trajectory of a ball to catch it) and detecting violations of predictions allows for fast initiation of adaptive behavior. Here, we will review recent studies showing that predictive information already modulates initial cortical processing of sounds. Human middle-latency-response (MLR) or auditory evoked gamma band response (GBR) both reflecting thalamico-cortical feedback loops and initial cortical activity as early as 20 to 60 ms after sound onset were either attenuated or enhanced depending on the task. MLRs were attenuated in response to self produced sounds initiated by a button press compared to passively listening to the same sounds ("corollary discharge"). However, GBRs were enhanced in response to target sounds presented amongst standard sounds and sounds conforming to a rule in sound sequences. Furthermore, enhanced GBRs have been shown in response to sounds validly predicted by a preceding visual symbol in comparison to invalidly predicted sounds ("adaptive resonance"). In conclusion, recent findings reveal predictive modeling as a basic principle in perception integrating cross-modal, intra-modal, and abstract information. This top-down modulation of sensory processing is, however, implemented in different neural mechanisms depending on task requirements.

Do. 16:55 Gauß B 554

Multimodale Interaktion

Audiovisuelle Integration während der Wahrnehmung der Sprache

G.R. Szycik

Medizinische Hochschule Hannover

Das Sprechen und das Hören von Sprache sind essentiell für das soziale Dasein. Während normaler Kommunikation von Angesicht zu Angesicht empfangen wir die Sprache durch zwei sensorische Kanäle: den visuellen und den auditorischen. Die visuelle Information beteiligt sich im wesentlichen Ausmaß an Sprachwahrnehmung, indem sie die Verständlichkeit der Sprache in geräuschvollen Umgebungen verbessert. Darüber hinaus kann künstliche audiovisuell inkongruente Sprache zu neuen Wahrnehmungen führen, die weder der auditorischen noch der visuellen Information entsprechen, wie es durch den McGurk-Effekt deutlich wird. In der Literatur wird die Beteiligung unterschiedlicher neuronaler Systeme bei diesen integrativen Prozessen beschrieben. Dabei wird das Mitwirken von multisensorisch integrativer Neuronen für die Integration hervorgehoben. Darüber hinaus wird der Mechanismus der audiovisuellen Integration über die motorische Komponente der Sprachproduktion verstanden. Unsere kernspintomographischen Studien geben gute Hinweise auf die Beteiligung bei der Wahrnehmung der audiovisuellen Sprache sowohl von Hirnstrukturen aus dem Bereich des posterioren temporalen Sulcus als auch aus dem Bereich des inferioren frontalen Gyrus. Sie zeigen gestiegene neuronale Aktivität dieser Bereiche für audiovisuell inkongruente Sprache. Ferner zeigt der Bereich des superioren temporalen Sulcus gestiegene Aktivität für erfolgreiche perzeptionelle Fusion der audiovisuellen Sprache. Unsere Experimente unterstützen somit die Idee der motorischen Komponente der Sprachperzeption.

Do. 8:30 Beuth-Saal

Raumakustik

Akustische Planung für die Synagoge Ohel Jakob in München

R. Liegl und H. Högg

Möhler + Partner

Bei der Planung der Synagoge Ohel Jacob am St.-Jakobsplatz in München waren hohe gestalterische und raumakustische Anforderungen zu erfüllen. Als feststehende Vorgabe war u. a. die Überwölbung des Hauptraums der Synagoge durch einen Glaskubus zu beachten, der in etwa die Hälfte des gesamten Raumvolumens einnimmt und für akustische Maßnahmen nicht zur Verfügung stand. Um den Auslegungszielen gerecht zu werden, wurden verschiedene Elemente geprüft und letztlich mikroperforierte zedernholzfurnierte Paneele ausgewählt, die eine auch optisch optimale Lösung ermöglichten. Dargestellt werden die Randbedingungen der Planung, die Eigenschaften der Paneele und die relevanten akustischen Parameter.

Do. 8:55 Beuth-Saal

Raumakustik

Vergleich gemessener und prognostizierter Nachhallzeiten in der Halle 2 der Deggendorfer Stadthallen zur Abschätzung eines 'globalen' Faktors für die SchallstreuungR. Gerstbrein^a, H. Hooch^b und G. Krump^a^a*Hochschule Deggendorf*; ^b*hooch farny ingenieure*

Aktuelle Software zur raumakustischen Simulation bietet die Möglichkeit, neben den Schallabsorptionsgraden auch die Streueigenschaften von Raumbegrenzungsflächen und Materialien zu berücksichtigen. Hierfür liegen jedoch kaum belastbare Literaturangaben vor. Auf der Basis umfangreicher Nachhallzeitmessungen in der "Halle 2" der Deggendorfer Stadthallen sowie der Ergebnisse diesbezüglicher Prognoseberechnungen wird versucht, einen "globalen" Streufaktor für typische Mehrzweckhallen zu ermitteln, welcher bei Simulationsrechnungen die Lücke zwischen den - aufgrund der ausschließlichen Berücksichtigung der Schallabsorptionseigenschaften - zu hohen Prognosewerten und den - aufgrund zusätzlicher Schallstreuung - tatsächlich gemessenen kürzeren Nachhallzeiten schließen kann. Untersucht wird weiterhin der für ausreichend gute Prognoseergebnisse notwendige Detaillierungsgrad des raumakustischen Modelles sowie die Genauigkeit verschiedener Berechnungsmethoden der Software "EASE" zur Nachhallzeitprognose.

Do. 9:20 Beuth-Saal

Raumakustik

Zur Raumakustik im Deutschen Theater (DT) Berlin

T. Behrens

ADA Acoustic Design Ahnert

Im Rahmen der 2009 abgeschlossenen Sanierung des Deutschen Theaters Berlin kam es zu umfangreichen Veränderungen raumakustisch relevanter innen-architektonischer Ausstattungsmerkmale. Der raumakustische Planungsprozess mit Zielsetzungen, Lösungen und Ergebnissen sowie die speziellen Verhältnissen im DT, z.B. in Form des unter Bestandsschutz stehenden Max Reinhardt'schen Rundhorizonts auf der Bühne und der damit gegebenen starken Ankopplung des Bühnenhauses an das akustisch eher trockene Zuschauerhaus werden im Vortrag dargelegt.

Do. 9:45 Beuth-Saal

Raumakustik

Das Wohnzimmer mit akustischer Verbesserung - Zur Visualisierung von Akustik und DesignS.A. Fischer^a und E.-J. Völker^b^a*Modern-Life-Design*; ^b*Institut für Akustik und Bauphysik*

Die Akustik von Wohnräumen ist bekannt. Dieses gilt gleichermaßen für Sprache und ihre Verständlichkeit, für Lautsprecherwiedergabe oder Lärmstörungen. Bekannt sind auch unangenehme Halligkeiten bei ungünstiger Möblierung. Es zeigt sich, dass kürzere Nachhallzeiten bevorzugt werden. Aus Messungen der Nachhallzeiten und Schallreflexionen in 19 Wohnzimmern konnte eine Unterscheidung gefunden werden zwischen normalen und akustisch besseren Räumen. Beurteilungen erfolgten durch Abhörversuche, wozu der Standard Abhörraum im IAB einbezogen wurde. Das Bewusstsein für die richtige Raumgestaltung wächst mit der Forderung nach akustischer und visueller Verbesserung, verbunden mit geänderten Nutzungen, etwa mit der Einbindung der Multimedia-Technik mit Grossbildprojektion, 5.1 Surround Sound Wiedergabe und PC-Internet-Technologie. Das Wohnzimmer wird zum Medienzentrum mit neuen Perspektiven. Das Design dieser neuen Wohnräume schließt den Wunsch nach einem "Persönlichen Wohlklang" ein, der bei Wohnraumplanungen häufig nicht oder nicht genügend berücksichtigt wird. Es geht um das Arrangieren der Raumelemente nach natürlichen Gesetzen der Harmonie, wie sie u. a. aus der Lehre des Feng Shui bekannt sind. Raumaufteilungen, Möblierung und Beleuchtung sowie Farben, Materialien, technisches Equipment und Konstruktionen werden zu einem "Positiven Energiesystem" für die Bewohner zusammengefasst. Über diese Verbindung zwischen Akustik und Design wird berichtet.

Do. 10:10 Beuth-Saal

Raumakustik

Schallreflektierende und schallabsorbierende Stoffe für raumakustische Anwendungen

A. Meier und K. Müller

Müller-BBM GmbH

Stoffe werden traditionell zur Gestaltung der raumakustischen Verhältnisse eingesetzt. So wurden die Sabine'schen Versuche zur Ermittlung der grundlegenden Zusammenhänge von Absorption und Nachhallzeit vor rund 100 Jahren mit textilen Kissen durchgeführt. Heute werden Stoffe verstärkt in Veranstaltungssälen oder Proberäumen zur variablen Regulierung der Raumbedämpfung verwendet. Die wichtigsten Verknüpfungen zwischen den physikalischen Eigenschaften eines Stoffes und deren schallabsorbierender Wirksamkeit sind bekannt. Seltener ist der Einsatz von Stoffen zur bewussten Erzielung von Schallreflexionen oder zu gestalterischen Zwecken ohne Beeinflussung der raumakustischen Verhältnisse.

Der Beitrag befasst sich mit den schalltechnischen Sonderfällen, bei denen ein Stoff möglichst durchlässig sein muss, um akustisch neutral zu

sein oder mit einer Anforderung an eine niedrige Absorption in Kombination mit einer möglichst hohen Schallreflexion.

Do. 14:00 Beuth-Saal

Raumakustik

Entwicklung eines verbesserten raumakustischen Messlautsprechers für Raumimpulsantwortmessungen

K.-H. Lorenz-Kierakiewicz^a und M. Vercammen^b

^aPeutz Consult GmbH; ^bPeutz bv, Molenhoek

Für Raumimpulsantwortmessungen mit der Korrelationsmesstechnik (Sweep, MLS) werden in der Raumakustik zumeist Lautsprecher als Messschallquellen verwendet. Seit geraumer Zeit werden dafür vielfach wegen ihres breiten Frequenzspektrums aus der Bauakustik bekannte Dodekaederlautsprecher verwendet - unter Verzicht auf eine gute Omnidirektionalität in höheren Frequenzen. Für die sichere Reproduzierbarkeit und eine allseitig gleiche Anregung von Reflexionen bzw. möglicher Echos sind ausgedehnte Schallquellen jedoch suboptimal, besser wären prinzipiell kleinere Quellen mit kohärenter und gleichförmiger Abstrahlung in alle Richtungen. In diesem Vortrag wird die Weiterentwicklung eines Alternativkonzeptes beschrieben und mit herkömmlichen Systemen verglichen, ausgehend von den Forderungen der Reproduzierbarkeit, Wiederholbarkeit, eines möglichst flachen Frequenzspektrums, eines ausreichend hohen Sendeschallpegels und einer möglichst guten Omnidirektionalität im Frequenzbereich zwischen 100 und 8000 Hz.

Do. 14:25 Beuth-Saal

Raumakustik

Unzureichende Akustik eines Schulneubaues - Schwierige Sanierung

W. Teuber und E.-J. Völker

Institut für Akustik und Bauphysik

Akustische Anforderungen an Schulbauten sind bekannt, wenn zum Beispiel an DIN 18041 oder DIN 4109 gedacht wird. Schulträger haben daraus einen Standard entwickelt, der von den Baubeteiligten strikt einzuhalten ist. Dieses gilt gleichermaßen u.a. für den Architekten und den akustischen Berater. Der Schulbau erfordert geeignete Materialien und Bauweisen, das hochgesteckte Ziel zu erreichen. Die Zeit der einfachen kritiklosen Ausführung ist vorbei. Der Betonbau mit flacher abgehängter Decke, Glas rundherum und Steinfußboden geht nicht mehr. Lehrer und Personal beklagen unerträglichen Lärm. Sie machen den Zustand der Kinder wegen publik. Sprache ist in den Klassenräumen schlecht zu verstehen. Hörbehinderte Kinder und ausländische Kinder sind benachteiligt. Neben den Klassenräumen sind auch Mensa und Sporthalle betroffen. Die schallabsorbierende Decke allein reicht nicht. Nachhallzeiten

betragen über 4s in der Sporthalle und über 3s in der Mensa. Die vorliegende Arbeit stellt Ergebnisse akustischer Messungen und Überprüfungen dar. Einbezogen wurden andere Schulneubauten, sodass Vergleiche möglich sind. Berichtet wird über Messungen in Musterräumen unter Berücksichtigung der Schallfelder, der Pegelabnahmen und Schallreflexionen einschließlich der Anordnung von Absorbermaterialien. Aus den Erkenntnissen leiten sich Sanierungen ab, die jedoch zum Teil sehr aufwendig sind, in manchen Fällen an der Grenze zur Durchführbarkeit.

Do. 14:50 Beuth-Saal

Raumakustik

Raumakustik in Berliner Klassenräumen im Vergleich mit internationalen Normen

T. Kirchner

Rahe-Kraft, Berlin

In den Jahren 2008/2009 wurden in Berlin über 200 Klassenräume im Hinblick auf deren raumakustische Situation und die damit verbundenen Voraussetzungen für Lernen und Lehren untersucht. Dabei erfüllten im Schnitt nur 12% der Klassenräume die Anforderungen nach DIN 18041. Unter anderem hat sich gezeigt, dass es keine großen Unterschiede zwischen Alt- und Neubauten oder zwischen privat und öffentlich getragenen Objekten gibt.

Besonders die Anforderungen an die Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen bzw. deren baupraktischen Umsetzungen und die Umrechnung der Nachhallzeit für den besetzten Raumzustand erweisen sich in der Praxis als problematisch. Hier hat sich gezeigt, dass die Eingangsdaten für die Berechnung des besetzten Raumzustandes zu ungenau sind und stark von der Realität abweichen.

Sind diese Anforderungen praxismgerecht und welche Anforderungen stellen andere internationale Normen an die Planung und Beurteilung der raumakustischen Situation in Klassenräumen? Der Vortrag zeigt die praktischen Probleme während der Studie auf; die Ergebnisse werden im Detail erläutert und sowohl mit der DIN 18041 als auch mit anderen internationalen Richtlinien verglichen.

Do. 15:15 Beuth-Saal

Raumakustik

Optimale Akustik in Schulklassen - Zur Definition eines Behaglichkeitsfeldes

E.-J. Völker und W. Teuber

Institut für Akustik und Bauphysik

Schulen sind in das besondere Interesse der Öffentlichkeit geraten. Sie müssen mehr sein als ein Betonklotz mit abgehängten Decken, flach und erdrückend. Mehr Luft und angenehme Farben sind gefragt. Es geht um das Wohl der Kinder und der Lehrer. Wortverständlichkeit und gute Akustik sind gefordert für fremdsprachlichen Unterricht, insbesondere für ausländische Kinder und hörgeschädigte Kinder. Die akustischen Anforderungen sind seit langem bekannt. Sie beziehen sich auf ein gleichmäßiges Schallfeld, das Raummoden und Schetterechos vermeidet und

kleine Nachhallzeiten aufweist. Das hallige Klassenzimmer stört und erschwert die pädagogische Arbeit. Lehrer lehnen diese Akustik ab. Für die Schulklasse kann ein akustisches Behaglichkeitsfeld definiert werden, das eingehalten werden muss. Die Nachhallzeit beträgt im Mittel $T=0,45s$ oder weniger. Schallschluckmaterial ist sowohl an der Decke als auch an den Wänden angeordnet. Großflächige Reflektoren sind vermieden. Mobiliar ist perforiert und schallschluckend. Das Grundgeräusch durch lufttechnische Anlagen ist auf 30 dB(A) limitiert. Die Silben- und Wortverständlichkeiten sind optimal und betragen $CIS > 0,9$. Das Behaglichkeitsfeld fasst die Einflussgrößen zusammen und verdeutlicht die Grenzen. Bei den Beurteilungen wird ausgegangen von aktuellen Messungen in Schulen. Einbezogen sind Messwerte aus der Literatur. Ein kurzer Vergleich mit dem bereits veröffentlichten Behaglichkeitsfeld für Großraumbüros ist einbezogen.

Do. 15:40 Beuth-Saal

Raumakustik

Sprachverständlichkeitsminderung durch Schallschirme in Mehrpersonenbüros

S. Diver^a, C. Nocke^b und G. Höfker^a

^aHochschule Bochum, Institut für Bauphysik (IBBK); ^bAkustikbüro Oldenburg

Mehrpersonenbüros werden häufig so ausgelegt, dass der in ihnen herrschende Schallpegel möglichst gering ist, um eine hohe geistige Leistungsfähigkeit und Konzentrationsfähigkeit der arbeitenden Personen zu gewährleisten. Dieses Ziel wird über schallabsorbierende Maßnahmen und die daraus resultierende geringe Nachhallzeit verfolgt. In offenen Bürolandschaften werden zudem unmittelbar gegenüber liegende Arbeitsbereiche durch Schallschirme von einander getrennt. Auch deren Wirkung wird vielfach durch die Schallpegelminderung abgeschätzt.

Ein niedriger Grundgeräuschpegel führt jedoch auch zu einer besseren Sprachverständlichkeit und so können die Raumnutzer durch Telefonate und Unterhaltungen anderer Mitarbeiter oder anderer Signale in ihrer Konzentrationsfähigkeit negativ beeinflusst werden. Zur Beurteilung der Wirksamkeit von Schallschirmen in Mehrpersonenbüros erscheint daher die Messung der Sprachverständlichkeitsminderung sinnvoller als die Messung der Schallpegelminderung. Dieser Ansatz wurde bereits, beispielsweise durch Auralisierung von Räumen und Logatomtests, verfolgt. Diese Vorgehensweise zur Beurteilung der Wirkung von Schallschirmen ist jedoch aufwendig und kann durch subjektive Faktoren bei den Logatomtests beeinflusst werden.

Vor diesem Hintergrund wurde daher die Auswirkung von Schallschirmen auf die Sprachverständlichkeit mit einem objektiven Messverfahren untersucht. Hierzu wurde der Sprachübertragungsindex STI herangezogen und in unterschiedlichen Räumen mithilfe des STIPA-Messverfahrens gemessen. In einer Parameterstudie wurde die Auswirkung verschiedener Schallschirmabmessungen sowie Sender- und

Empfängerabstände systematisch analysiert. Aus den Untersuchungsergebnissen wurde schließlich ein funktionaler Zusammenhang zur Wirkung von Schallschirmen auf die Sprachverständlichkeit ermittelt.

Donnerstag

Raumakustik (Poster)

Room Acoustic Properties of the New Listening-Test Room of the Fraunhofer IIS

A. Silzle^a und M. Leistner^b

^a *Fraunhofer IIS*; ^b *Fraunhofer Institut für Bauphysik*

The room acoustic properties of the new listening-test room of the Fraunhofer IIS are presented. This listening test room follows the strict recommendations of ITU-R BS 1116. The results of the qualification measurements regarding direct sound, reflected sound, and steady state sound field will be shown and the construction efforts needed to achieve these values are explained. Comments to the subjective room assessment will be given. It will be explained, how this new room and the belonging equipment is well prepared to serve as an environment for many future scientific activities, including 3D sound reproduction investigations.

Donnerstag

Raumakustik (Poster)

Akustische Optimierung von Großraumbüros

I. Haltenorth

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH

Mehr als die Hälfte von befragten Büroangestellten berichten über Lärm als maßgeblichem Störfaktor bei ihrer Arbeit, der die Konzentrationsfähigkeit beeinträchtigt und sich negativ auf die Arbeitszufriedenheit auswirkt. Subjektive Belastungen entstehen vor allem dann, wenn herkömmliche Kleinbüroräume architektonisch in der Hoffnung aufgebrochen werden, dass eine offene Bürostruktur die Beschäftigten informell vernetzt, die Arbeitsstätte transparent macht und gemeinschaftliches Arbeiten erleichtert.

Bei der Frage, ab welchem Schallpegel Beschwerden über einen zu lauten Büroarbeitsplatz berechtigt sind, können die Angaben aus verschiedenen Regelwerken und Veröffentlichungen nach der Art der Bürotätigkeit sinnvoll zusammengefaßt werden. Allerdings spielen in den fallspezifischen Beschwerden psychoakustische Belange eine große Rolle, die zu berücksichtigen sind.

Aus technischer Sicht ist eine Abstimmung der beiden grundsätzlichen Parameter Raumabsorption und Arbeitsplatzabschirmung in der Art sinnvoll, dass im Zusammenspiel der Maßnahmen die akustische Wirksamkeit optimiert wird. Schwierig ist, die geometrische Raumsituation, akustische Kopplungseffekte, die Streu- und Abschirmwirkung eingefügter Bauteile oder die Pegelverdeckung, aber auch die Raumabsorption mit ihren Nebenwirkungen wie etwa Lombard-Effekt, Sprachverständlichkeit oder Schallpegelminderung in einer Formel subsumieren zu wollen. Eine Planungshilfe soll durch einfache Hilfsmittel eine Annäherung an das akustische Optimum ermöglichen.

Donnerstag

Raumakustik (Poster)

Room Acoustical Models based on strongly coupled SubstructuresM. Buchschmid^a, M. Pospiech^b, J. Sremcevic^a und G. Müller^a^a*Lehrstuhl für Baumechanik, TU München;* ^b*Lehrstuhl Numerische Mathematik (M2), TU München*

In many different fields of engineering design like automotive industry or civil engineering, room acoustical models are used, which build up the acoustic fluid coupled with structural elements. In order to get a spatial distribution of the results containing phase-information very often methods, based on Finite Element formulations are used instead of energy methods. To obtain robust results, for example concerning small changes in geometry, especially in a higher frequency range energetically averaging processes over ensembles could be carried out in the post processing.

To reduce the numerical effort for such applications a model order reduction method, based on a Component Mode Synthesis (CMS), is presented in this paper. Macrostructures are assembled out of single substructures applying global shape functions at the interfaces.

These substructures, containing acoustical design elements like absorbers or resonators, are calculated separately in the frame of the CMS approach. In the substructures the acoustic fluid is modeled with the Spectral Finite Element Method for complex geometries and plate like compound absorbers, where the porous foam is specified by the Theory of Porous Media, are coupled with the air via impedances in the scope of a Ritz approach.

Results are presented for the strongly coupled system.

Do. 8:30 Grashof C 20

Technische Akustik

Broad Banded Acoustic Vector Sensors For Outdoor Monitoring

H.E. de Bree

Microflown Technologies B.V.

Permanent monitoring of out door noise faces more and more the need to identify the individual noise sources that contribute to the overall sound pressure level as measured, as this allows specific actions (e.g. noise abatement or price ticketing) to be taken.

An ideal acoustic sensor system should first of all be able to locate noise sources in a 3 D space, providing information on bearing, elevation and range. Secondly, such a system should be able to detect sound sources in the entire audio range.

Traditionally, only sound pressure transducers were used in acoustics. Directionality can be obtained by deploying a small number of spatially positioned sound pressure transducers. The distance in between the sensors determines the frequency where such a system has optimal sensitivity. As such a system is susceptible to ground reflections, an elevated measurement position is desirable.

Since several years, also acoustic particle velocity sensors have become commercially available. Acoustic vector sensors do measure in one single node both the sound pressure and the 3 D acoustic particle velocity. Such a system has the capabilities to detect noise sources over the entire audio bandwidth in a 3 D space, whereas the susceptibility to ground reflections is low.

Do. 8:55 Grashof C 20

Technische Akustik

Virtuelle Mikrofone: die Erfassung von Audioschall mittels Ultraschall

T. Merkel

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Mit einem Array aus Piezo-Schallwandlern wird ein Ultraschallstrahl mit hoher Richtwirkung durch den Raum gestrahlt und nach einem Ausbreitungsweg von mehreren Metern mit einem Ultraschallempfänger wieder aufgezeichnet. Durchkreuzt der Ultraschall dabei ein Audioschallfeld, kommt es zu Wechselwirkungen beider Wellen. Aus der Modulation des empfangenen Ultraschalls lässt sich der Audioschall rekonstruieren. Dabei übernimmt der Ultraschall die Funktionalität eines Mikrofons. Bei dieser neuen Art der Schallerfassung kann auf herkömmliche Mikrofone in der Nähe der Schallentstehung gänzlich verzichtet werden. Da dieses Verfahren zur Schallaufnahme unsichtbar ist, bietet sich die Bezeichnung „Virtuelles Mikrofon“ an.

Die Eigenschaften wie Übertragungsverhalten und Richtcharakteristik des „Virtuellen Mikrofons“ werden für verschiedenen Versuchsanordnungen beschrieben und mit Messungen verglichen. Auch wenn für praktische Anwendungen hohe technische Herausforderungen zu lösen sind, erscheinen die spezifischen Vorteile für ausgewählte Einsatzgebiete sehr viel versprechend.

Do. 9:20 Grashof C 20

Technische Akustik

Beschreibung der Übertragungsfunktion innerhalb von geschlossenen, kleinen Gehäusen mittels Volumen- und Streukörper.

F.B. Konkel und B.A.T. Petersson

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Diese Arbeit behandelt das Schallfeld 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 wird das Schallfeld mittels Volumenkörper und Streukörper innerhalb eines geschlossenen kleinen Raumes modelliert. Dabei handelt es sich um Versuchsräume, die der Größe eines PKW-Motorraums oder Haushaltsgeräten entspricht. 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.

Betrachtet werden in dieser Modellierung die Änderungen der Eigenschwingungen innerhalb des Gehäuses durch Volumen- und Streukörper. Dazu werden die Streukörper frequenzabhängig modelliert.

Mit diesem Modell 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. 9:45 Grashof C 20

Technische Akustik

Untersuchungen zu den Ursachen der Geräuschentwicklung eines turbinen-betriebenen Zahnarztbohrers

S. Bergmann^a, S. van der Meulen^a, A. Jakob^b und B.A.T. Petersson^c

^aTU Berlin; ^badvacoustics - Dr. André Jakob & Dr. Rudi Volz GbR; ^cTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Die von turbinen-getriebenen Zahnarztbohrern abgestrahlten hochfrequenten Schallwellen stellen vor allem für den Zahnarzt eine gesundheitliche Belastung dar. Bei langjähriger Lärmbelastung sind bei Zahnarztpersonal vielfach permanente Hörschädigungen im betreffenden Frequenzbereich beobachtet worden. Aus diesem Grund ist die Schallabstrahlung ein wichtiger Parameter bei der Entwicklung eines ergonomischen Zahnarztbohrers.

Die vorgestellte Arbeit untersucht die akustischen Eigenschaften eines für europäische Zahnarztkliniken typischen Bohrers. Neben Messungen mit der akustischen Kamera werden die Richtcharakteristik sowie die Gehäuseschwingung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unwucht der Turbine den Ursprung der Schwingungen, und somit der Geräuschemission, darstellt.

Do. 10:10 Grashof C 20

Technische Akustik

Structure-borne sound generation in hydraulic valves due to needle impacts

J. Koreck^a und O. von Estorff^b

^aRobert Bosch GmbH Stuttgart; ^bTU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung

Needle impacts of electro-magnetic valves in fuel injection systems lead to structure-borne sound. In this work the impact dynamics of the needle at the end stops is investigated by numerical and experimental methods. Within the computer aided design process, the valve dynamics is simulated in the time domain by using lumped parameters. Hereby, multi-physics aspects such as hydraulics, mechanics, and magnetics are considered. By replacing the lumped masses of the impact bodies by

flexible bodies, elastodynamic aspects are modeled. Besides the model order reduction for the flexible bodies, also a non-linear force displacement relation at the elastic end stops is examined. These modifications improve the prediction of the coefficient of restitution, impact time, and impact force in time domain simulations. As expected, the contact parameters influence the needle dynamics, whereas the time dependent impact force is an important criterion for further acoustic noise generation. Coupling the impact model with simple fluid dynamic effects leads to improved models for the noise design and optimization of electro-magnetic valves.

Donnerstag

Technische Akustik (Poster)

Ortung und Beschreibung tonaler Schallquellen in SeitenkanalgebläsenT. 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 Sirenenton mit der Frequenz $\text{Schaufelzahl} \times \text{Drehzahl}$. 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 Unterbrechermassenstroms, 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.

Do. 14:00 Grashof C 20

Numerische Akustik

Hybride FEM/SEA-Modellierung von Hochleistungs-PropellerflugzeugenA. Peiffer*EADS Innovation Works*

Moderne Hochleistungspropeller erzeugen akustische Signaturen mit deutlichen hochfrequenten Anteilen. Die Berechnung des Innenlärms findet dadurch in Frequenzbereichen statt in denen erste Subsysteme dynamisch komplex werden und die daher nur durch die Statistische Energie Analyse (SEA) berechnet werden können. Zum einen ist die flächige und deterministische Anregung in kommerzieller Software

bisher noch nicht implementiert und zum anderen ist eine effiziente hybride Modellierung für Frequenzen bis 600 Hz nicht möglich. Dieser Bericht behandelt die Implementierung der Propelleranregung und den Vergleich von kommerziellen und 'in-house' Berechnungswerkzeugen. Der Vergleich findet anhand eines generischen Modells statt welches den hinteren Bereich eines Propellerflugzeugs symbolisiert. Besonderes Augenmerk wird auf die Berechnung der Strahlungsimpedanz gelegt, die sowohl den limitierenden als auch den Schlüsselfaktor bei der Anwendung der hybriden Methode darstellt.

Do. 14:25 Grashof C 20

Numerische Akustik

Untersuchungen mit einem hybridisierten Finite Elemente / Finite Differenzen Simulationsverfahren im Zeitbereich zur Modellierung akustischer Grenzübergänge

C. Kleinhenrich, S. Schäfer, T. Weigler und D. Krahé

Bergische Universität Wuppertal

Die Finite Differenzen Methode im Zeitbereich (Finite Differences in the Time Domain, FDTD) liefert gute Ergebnisse in Simulationen tieffrequenter Schallausbreitung in Räumen. Problematisch hingegen ist die Modellierung von Grenzübergängen unter Berücksichtigung frequenzabhängiger Reflexion, Absorption und Transmission. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich bei realitätsnahen Simulationen von Schallquellen. In diesem Paper werden Untersuchungen zur virtuellen Ankopplung zweier räumlich getrennter Schallfelder vorgestellt, die Methoden der Finiten Elemente und Finiten Differenzen kombinieren. Die Beurteilung der Simulationsergebnisse wird anhand von Messungen überprüft.

Do. 14:50 Grashof C 20

Numerische Akustik

Reflexion und Transmission von Körperschall an Unstetigkeiten in Zylinderstrukturen

H. Sprenger, S. Bischoff und L. Gaul

Institut f. Angew. u. Exp. Mechanik, Universität Stuttgart

Die Ausbreitung von Körperschall in zylindrischen Strukturen hat, vergleichbar mit Wellen in Platten (Lamb-Wellen) multimodalen dispersiven Charakter. Werden Körperschallwellen zur Schadensdetektion eingesetzt, z.B. bei der Strukturüberwachung von Seilstrukturen, ist genaue Kenntnis der Ausbreitungs- und Reflexionseigenschaften der Körperschallwellen vonnöten. Diese lassen sich mittels der Finite-Elemente-Methode ermitteln, indem ein Segment des periodischen Wellenleiters modelliert wird. Als Lösung erhält man alle sich in dem entsprechenden zylindrischen Wellenleiter auftretenden Ausbreitungsmoden sowie lokal auftretende, evaneszente Moden.

Interessiert insbesondere die Reflexion und Transmission von Körperschallwellen an Unstetigkeiten wie z.B. Rissen oder Kerben, erhält man die entsprechenden Reflexions- und Transmissionskoeffizienten durch

Formulieren des Prinzips der virtuellen Arbeit an der Unstetigkeitsstelle. Die präsentierten Ergebnisse zeigen die Umwandlung von Ausbreitungsmoden an Fehlstellen und ermöglichen die Identifizierung geeigneter Wellentypen zur Strukturcharakterisierung. Umgekehrt lassen sich mit den ermittelten Reflexions- und Transmissionskoeffizienten aus Messsignalen von Ultraschallwellen Fehlstellen nicht nur lokalisieren sondern auch in gewissen Maße in ihrer Geometrie (z.B. Risstiefe) charakterisieren.

Do. 15:15 Grashof C 20

Numerische Akustik

Globale Identifikation akustischer Randadmittanzen in 3d-Innenräumen unter Verwendung eines FE-basierten inversen Algorithmus

R. Anderssohn

TU Dresden, IFKM

Mit akustischen Randimpedanzen bzw. -admittanzen können Elastizitäts- und Dämpfungseigenschaften von Wänden quantifiziert werden, die für die Simulation akustischer berandeter Schallfelder sehr wichtig sind. Die Autoren stellen eine Methode vor, mit der Randadmittanzen in dreidimensionalen Innenräumen beliebiger komplexer Geometrien global abgeschätzt werden können. Das Verfahren verwendet Messungen der Anregung und Messungen des Schalldruckes mit im Raum verteilter Mikrophone. Ein in Fortran programmierter inverser Algorithmus berechnet die Parameter. Er basiert auf einer FE-Diskretisierung des akustischen gedämpften Randwertproblems unter Verwendung von Tetraedern mit quadratischen Ansätzen. Die inverse Formulierung führt zu einer nichtlinearen Aufgabe, die mit einem gradienten-basierenden Optimierungsalgorithmus gelöst wird. Dieser lässt eine hohe Anzahl unbekannter Parameter und ungenaue Startwerte zu. Parameterstudien und Funktionsweise werden in Hinblick auf Genauigkeit, Effizienz und Anwendbarkeit an numerischen Modellrechnungen diskutiert.

Do. 15:40 Grashof C 20

Numerische Akustik

Anwendung der inversen Finite-Elemente-Methode in Kombination mit Energieminimierung zur Schallquellenortung in einer Flugzeugsektion

M. Weber, T. Kletschkowski und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Die Identifikation von Lärmquellen in der Flugzeugkabine ist insbesondere bei tiefen Frequenzen schwierig, da das sich ausbildende stehende Schallfeld keinen direkten Rückschluss auf Schallquellen zulässt. Ein neuer Ansatz zur Rekonstruktion von Schalldruck und Schallschnelle auf dem Kabinenrand basiert auf der inversen Finite-Elemente-Methode (IFEM).

Dieses Vorgehen bedarf zunächst der Aufnahme von Messwerten im Kabineninneren. In einem zweiten Schritt werden diese den Knoten eines akustischen Finite-Elemente-Modells zugeordnet. Befinden sich alle

Schallquellen auf dem Kabinenrand, kann das aus dem numerischen Modell resultierende Gleichungssystem umsortiert werden, und zwar derart, dass mit Hilfe von Regularisierungsverfahren die Berechnung der unbekannten Randlasten auch bei Störung der Messwerte möglich wird. Ein Nebeneffekt des Umsortierens ist allerdings die Tatsache, dass das neue zu lösende Gleichungssystem rangdefizitär und somit unterbestimmt ist. Da die üblichen iterativen Gleichungslöser eine Minimierung der Lösungsnorm bewirken, hat dies teilweise fehlerhafte Ergebnisse zur Folge. Die Einführung einer neuen Norm zur Minimierung der akustischen Energie kann dieses Problem umgehen.

Anhand von Messungen in einer Flugzeugsektion (Airbus A340) wird die Anwendbarkeit des IFEM-Verfahrens und der Energienorm demonstriert.

Do. 16:05 Grashof C 20

Numerische Akustik

Parameterstudie zur Identifikation von Schallquellen an einem 2D-Versuchsstand mittels inverser Finite-Elemente-Methode

A. Irmscher, M. Weber und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Die Ortung von Lärmquellen in Fahr- und Flugzeugkabinen gestaltet sich insbesondere bei tiefen Frequenzen schwierig, da das sich ausbildende stehende Schallfeld keinen direkten Rückschluss auf Ausprägung und Position der Störschallquellen zulässt. Die inverse Finite-Elemente-Methode (IFEM) bietet einen neuen Ansatz zur Rekonstruktion von Schalldruck und Schallschnelle auf dem Kabinenrand anhand von Schalldruck-Messdaten im Inneren der Kabine. Bei Anwendung von Regularisierung gelingt dies auch bei störungsbehafteten Daten.

Zur Validierung dieses Verfahrens wurde ein 2D-Versuchsstand eingerichtet, dessen Geometrie entsprechend der realen Abmessungen des Kabinenquerschnitts eines Langstreckenflugzeugs skaliert ist. Bei Anregung durch eine Schallquelle auf dem Rand wurden in zwei Versuchskonfigurationen Datensätze aufgenommen. Nach der Verifizierung der Messdaten anhand eines Finite-Elemente-Modells sowie durch Modalanalyse und Nachhallzeituntersuchung wurden diese als Eingangswerte in die IFEM-Rechnung gespeist.

Zur Quantifizierung der Güte der Resultate wurden mehrere Fehlerkriterien entwickelt, welche alle relevanten Eigenschaften der Lösung erfassen und entsprechend der Bedeutung für die reale Anwendung bewerten. Das Parameterfeld wurde möglichst weit aufgespannt, um einen großen Bereich des Lösungsraums erfassen zu können. So wurden die Untersuchungen unter anderem für unterschiedliche Anregungsfrequenzen, Diskretisierungseinheit des akustischen Modells, Anzahl der Messpositionen, sowie mit verschiedenen Regularisierungsverfahren ausgeführt.

Do. 16:30 Grashof C 20

Numerische Akustik

Numerische Untersuchungen zur aktiven Lärmkompensation in kleinen Räumen

F. Teuma Tsafack, T. Kletschkowski und D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

In Ruhebereichen von Flugzeugen, Schienenfahrzeugen oder Reisebussen müssen unzulässig hohe Schallpegel vermieden werden. Insbesondere im Bereich tiefer Frequenzen, kann die aktive Schallreduktion passive Schallschutzmaßnahmen signifikant unterstützen. Ein besonderes Problem stellen breitbandige Störungen dar, die nicht eindeutig referenziert werden können, und so den Einsatz einer adaptiven Vorwärtsführung (Feedforward Control) ausschließen. Die Anwendung eines Feedback-Reglers erfordert jedoch eine ko-lokale Platzierung von Aktuatoren und Sensoren, wodurch, im Allgemeinen, der Regelungserfolg mit zunehmender Entfernung zur Sensorposition deutlich abfällt. Die Schlafzelle der Kabinenbesatzung in einem Langstreckenflugzeug mit Jet-Antrieb stellt ein typisches Anwendungsbeispiel dar. Um zu untersuchen, wie in diesem Fall mit Hilfe einer ko-lokalen Feedback-Regelung eine ausgedehnte Ruhezone im Kopfbereich einer ruhenden Person erzeugt werden kann, wurden verschiedene Regelungskonzepte mit Hilfe eines vibro-akustischen Finite-Element-Models der Schlafzelle untersucht. Neben der klassischen Schalldruckregelung wurde auch die gleichzeitige Regelung von Schalldruck und Schallschnelle untersucht. Die Analysen zeigen, dass mit Hilfe einer kombinierten Druck-Schnelle-Regelung deutlich höhere Regelungserfolge am Kopf erzielt werden könnten.

Do. 16:55 Grashof C 20

Numerische Akustik

Ein iteratives gitterfreies Verfahren zur Lösung der Helmholtz Gleichung

C. Wenterodt und O. von Estorff

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

Für akustische Berechnungen im mittleren Frequenzbereich wird oft die Finite-Elemente-Methode (FEM) eingesetzt. Die Genauigkeit der Ergebnisse leidet jedoch bei hohen Wellenzahlen unter dem so genannten Dispersionseffekt. Werden statt der FEM gitterfreie Verfahren, wie z.B. die Element Free Galerkin Method (EFG) oder die Radial Point Interpolation Method (RPIM) verwendet, so kann der Dispersionseffekt bei gleicher Feinheit der Diskretisierung deutlich verringert werden.

Ein weiterer Vorteil der gitterfreien Methoden besteht darin, dass die Ansatzfunktionen an die zu lösende Differentialgleichung angepasst werden können. Daraus lässt sich ein iteratives Verfahren ableiten bei dem zunächst mit einer herkömmlichen gitterfreien Methode eine erste Näherung bestimmt wird. Dann werden mit Hilfe dieser Näherung neue Ansatzfunktionen konstruiert, die den Wellencharakter der Lösung besser

wiedergeben. Auf diese Weise lässt sich mit verhältnismäßig geringem Mehraufwand die Qualität der Lösung verbessern.

In dem vorliegenden Beitrag wird ein solches iteratives gitterfreies Verfahren vorgestellt, kritisch diskutiert und mit der FEM verglichen.

Donnerstag

Numerische Akustik (Poster)

Akustische Strahlungskräfte bei Festkörperwellen

O. Bschorr

Aeroakustik

Aufgabe der Untersuchung sind die wellenbedingten Strahlungskräfte im Innern eines Festkörpers und die Strahlungsdrücke an dessen Begrenzungsflächen. Dabei wird von der linearen Wellengleichung ausgegangen, um daraus über eine Störungsrechnung die nichtlinearen, quadratischen Beiträge zu bestimmen. Diese lassen sich als Kräfte interpretieren, die bei einer Änderung einer laufenden Welle als lokale Reaktionskräfte freigesetzt werden: Einmal sind dies die in Wellenrichtung wirkenden Kräfte infolge Dämpfung, infolge sphärischer Divergenz und bei zeitlich variierender Quellstärke. Dazu senkrecht steht die bei Wellenkrümmung auftretende zentrifugale Kraft. Diese Kräfte lassen sich auf ein symmetrisches Tensorpotential zurückführen. Die bei Transversalwellen zusätzlich auftretenden Drehmomente liefert das verallgemeinerte Potential.

Donnerstag

Numerische Akustik (Poster)

Development of a hybrid software for Non Destructive Evaluation

A. Bendjoudi^{a,b}, E. Bossy^a, M.-F. Cugnet^b, P. Chauvin^c und D. Casse-reau^a

^a*Institut Langevin Ondes et Images (ESPCI Paris);* ^b*AREVA - CEZUS Research Center UGINE;* ^c*AREVA - CEZUS, Montreuil-Juigné*

In the domain of numerical simulation for Non Destructive Evaluation, several approaches can be used. The so-called "semi-analytic" methods involve numerical computations of analytical solutions; they are optimal in terms of resources and computation time, but are restricted to simple geometries. Alternate methods, like finite elements or finite differences, are based on a numerical resolution of the wave equations; these methods are expensive in terms of computer memory and computation time.

In this paper we present a hybrid software based on the coupling between these two approaches to simulate the interaction of an ultrasonic beam with a defect inside an immersed metallic plate. The propagation from the emitter to the plate (and back) is performed using the P.A.S.S. software (semi-analytic method). On the other hand, the propagation inside the plate and interaction with the defect are treated using SimSonic (finite differences scheme).

We present the successive steps that are necessary for such a coupling between two fundamentally different approaches. In particular, we show

how the resulting hybrid software yields the same results as the finite-difference approach alone, with a substantial gain in terms of resources and computation time. This approach provides a performing simulation tool for ultrasonic Non Destructive Evaluation.

Do. 8:30 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Vergleich der Verfahren zur Ermittlung der Umgebungskorrektur nach DIN EN ISO 3744 an einer Modellmaschine

I. Arendt

BAuA, Dortmund

Die Ermittlung des Schallleistungspegels einer Maschine in situ wird insbesondere durch das Fremdgeräusch anderer Schallquellen und durch die Reflexionen des von der Maschine abgestrahlten Schalls an den Raumbegrenzungsflächen und an anderen Oberflächen erschwert. Während in vielen Fällen in der Praxis der Einfluss des Fremdgeräusches durch Abschalten der anderen Schallquellen eliminiert bzw. durch Anwendung der einfach zu bestimmenden Fremdgeräuschkorrektur weitestgehend aufgehoben werden kann, ist der schalldruckpegelerhöhende Einfluss der Schallreflexionen im Raum nicht so leicht zu berichtigen. Zunächst muss die Höhe der Raumnrückwirkungen bestimmt werden, um damit die gemessenen Schalldruckpegel zu korrigieren. Bei Anwendung der verschiedenen zugelassenen Verfahren zur Ermittlung der Umgebungskorrektur erhält man voneinander abweichende Resultate. In einem Projekt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden die nach den Korrekturverfahren der DIN EN ISO 3744 bestimmten Umgebungskorrekturen miteinander verglichen. Dafür wurden die Verfahren bei der Ermittlung des Schallleistungspegels an einer Modellmaschine angewandt und einander gegenübergestellt. Die Modellmaschine wurde in Räumen mit unterschiedlicher Charakteristik aufgestellt. Die Untersuchungsergebnisse weisen gegenüber dem Referenzwert vielfach deutliche Abweichungen auf, die über der für eine Messung der Genauigkeitsklasse 2 angegebenen Messunsicherheit von 1,5 dB liegen.

Do. 8:55 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Untersuchung zum Betriebsgeräusch von Videoprojektoren für die Entwicklung eines Konzepts für Geräuschklassen von IT-Geräten

G. Feneberg

Müller-BBM GmbH

Ein von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Dortmund öffentlich ausgeschriebenes Forschungsprojekt startete Anfang 2009 mit einer Laufzeit von 1 1/2 Jahren. Hierbei soll ein System für verschiedene IT-Gerätegruppen erarbeitet werden, welches das Konzept von Qualitätsklassen, wie im Bereich der Haushaltsgeräte die bekannten Energieverbrauchsklassen A - F, auf die Geräuschemission überträgt. Zwar existieren derzeit genormte und detailliert ausgeführte

Vorschriften nach ISO 7779 bzw. ISO 9296 zur Messung und Deklaration der Geräuschaussendung von IT-Geräten, für den technischen Laien oder Interessenten sind die Aussagen in der Praxis jedoch schwer vergleichbar. Die Zusammenführung der schon existierenden Messverfahren für die Geräuschemessung von IT-Geräten, mit einer Kategorisierung unter Berücksichtigung von psychoakustischen Messverfahren, nehmen einen Schwerpunkt der Untersuchung ein. Hierzu wird der Projektstand und das aktuelle Konzept vorgestellt. Um dieses Konzept hinsichtlich einer gehörrichtigen Bewertung zu überprüfen, wurde das Betriebsgeräusch von 12 Daten- und Videoprojektoren u.a. hinsichtlich der Schallleistung und Tonhaltigkeit nach DIN 45681 gemessen, ausgewertet und ergänzend einem Hörvergleich unterzogen. Die Ergebnisse werden auch der derzeitigen Deklarationspraxis gegenübergestellt und diskutiert.

Do. 9:20 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Ermittlung der Geräuschbelastung von Hubschrauberpiloten unter dem Helm

J. Maue

Institut für Arbeitsschutz der DGUV

Hubschrauberpiloten sind neben dem über die Kabine einwirkenden Geräusch auch den Geräuschen des Funksprechverkehrs sowie der internen Kommunikation (Intercom) ausgesetzt.

Diese Geräuschbelastung kann man z. B. mit Hilfe eines Miniaturmikrofons im Ohr des Piloten erfassen. Der für die Beurteilung maßgebende Freifeld-Schalldruckpegel lässt sich daraus unter Berücksichtigung einer frequenzabhängigen Korrektur berechnen. Alternativ lässt sich die Geräuschbelastung des Piloten auch durch Erfassung des Kabinengeräusches neben dem Kopf des Piloten und frequenzabhängige Berücksichtigung der Schalldämmung des Helmes bzw. des Headsets ermitteln. Dann muss man allerdings noch die zusätzliche Geräuschbelastung durch das übertragene Sprachsignal addieren, z. B. durch eine separate Messung des elektrischen Eingangssignals und Auswertung mit Hilfe eines Kunstkopfes im Labor oder auf der Grundlage entsprechender Erfahrungswerte.

Die entsprechenden Messverfahren und hierfür geeignete Mikrofone und Messgeräte werden vorgestellt und mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen diskutiert. Die für vier Hubschraubertypen der Bundespolizei gewonnenen Ergebnisse werden präsentiert.

Do. 9:45 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Lärmbelastung von BerufstauchernR. Paulsen*Institut für Arbeitsschutz der DGUV*

Berufstaucher sind bei ihrer Arbeit auch durch Lärm belastet. Eine wesentliche Ursache hierfür ist die in den Helm einströmende Luft zu nennen, die nicht nur zum Atmen benötigt wird, sondern auch für die freie Sicht durch die Helmfenster sorgt. Dazu kommt die Kommunikation, die über eingebaute Lautsprecher erfolgt. Von außen kommen dann die Arbeitsgeräusche hinzu. Ebenso wie an Land werden auch unter Wasser Bauarbeiten mit verschiedenen hydraulischen und pneumatischen Werkzeugen durchgeführt. So werden auch hier Bohrmaschine, Abbruchhammer, Winkelschleifer, Schrauber u.ä. eingesetzt. Die Belastung des Tauchers kann auf Grund der Randbedingungen nur unmittelbar am Ohr gemessen werden. Für drei verschiedene Tauchausrüstungen und 15 unterschiedliche Werkzeuge wurden dazu Messungen in einem Tauchlehrbetrieb durchgeführt. Drei Taucher haben nacheinander mit den Werkzeugen die gleichen Arbeitsgänge an einem vorbereiteten Betonbock durchgeführt. Gemessen wurde mit einem am Ohreingang fixierten Miniaturmikrofon (MIRE-Technik). Mit dem Schallpegelmessgerät wurden die Messwerte im 1-Sekundenintervall aufgezeichnet. Das Audiosignal wurde aufgenommen, um bei der nachträglichen Laborauswertung die Vorgänge nachvollziehen zu können. Mit einem Hydrofon wurde zusätzlich über dem Arbeitsplatz der Wasserschall gemessen, um die die jeweiligen Geräuscentwicklungen vergleichen zu können. Die Ergebnisse zeigen, dass unter den Helmen Lärmbelastungen von über 85 dB(A) vorliegen.

Do. 10:10 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Lärmschutz im OrchesterH.-D. Neumann^a, I. Bork^b, K. Wogram^b und W. Steffens^c^a*Unfallkasse Nordrhein-Westfalen*; ^b*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*; ^c*Städtische Bühnen Münster*

Die Tätigkeit in einem Symphonieorchester ist im Regelfall als gehörgefährdend anzusehen. Lärminderungsmaßnahmen an der Entstehungsstelle, wie z. B. im gewerblichen Bereich häufig praktiziert, sind im Bereich der Musik allerdings nicht möglich. In einem Orchester verbleiben daher nur Schallschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg, organisatorische Maßnahmen und das Tragen persönlichen Schallschutzes. Der Einsatz von Schallschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg z. B. in Form von Schallschutzschirmen ist in einem Orchester insofern problematisch, als dadurch einerseits keine Reflexionen auftreten dürfen und andererseits das Klangbild des Orchesters nicht verzerrt werden darf.

Von der Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt in Braunschweig wurden mit Unterstützung der Städtischen Bühnen Münster und der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen Schallschutzschirme entwickelt, die diesen Anforderungen genügen sollen. Nachdem die dort entwickelten Baumuster ihre Wirksamkeit im Labor und im Studio unter Beweis stellen konnten, wurden sie zwischenzeitlich auch unter Praxisbedingungen im Orchester getestet. Gleichzeitig wurden auch handelsübliche Schallschutzschirme aus Kunststoff, die lediglich den Kopfbereich abschirmen, getestet. Die Ergebnisse dieser Tests sollen vorgestellt werden.

Darüber hinaus sind organisatorische Maßnahmen wie z. B. veränderte Sitzanordnungen oder Dienstzeitplanungen unter dem Aspekt der Schallexposition zur Reduzierung der Schallbelastungen von Musikern möglich. Schließlich verbleibt das Tragen von persönlichem Schallschutz. Über die notwendigen Anforderungen an persönlichen Schallschutz im Orchester und vorhandene Probleme soll auch berichtet werden.

Do. 14:00 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Schallprognosesoftware für den Arbeitnehmerschutz

W. Wahler und M. Telsnig

AUVA, Wien

Lärmkarten für Räume wie Betriebshallen oder Großraumbüros nehmen auch für Betrachtungen im Sinne des Arbeitnehmerschutzes an Bedeutung zu. Immer öfter verlangen österreichische Behörden im Zuge des Betriebsgenehmigungsverfahrens den Nachweis über die Höhe und Dauer der Lärmbelastung an nicht weiter bestimmten Arbeitsplätzen. Neben der Neuprojektierung hat man in der Praxis vor allem mit Sanierungsfällen für bereits vorhandene, in den meisten Fällen ungünstigen Schalldruckpegelverteilungen zu tun. Dies führt in weiterer Folge zur Erstellung einer Lärmkarte, wo man vor dem Problem, steht welches Produkt für die spezifischen Bedürfnisse des Arbeitnehmerschutzes am besten geeignet ist.

Aus der Fülle an Schallprognosesoftware soll eine Auswahl getroffen werden und hinsichtlich der Anwendbarkeit auf den Arbeitnehmerschutz untersucht werden. In einem ersten Schritt werden in mehreren Räumen verschiedene Schalldruckpegelverteilungen erzeugt, gemessen und mit den Simulationsprogrammen nachgerechnet. Variationen hinsichtlich Größe und Ort von schallabsorbierender Flächen sollen berücksichtigt werden. In einem zweiten Schritt werden die Herstellerfirmen gebeten, die gerechneten Situationen unter Bereitstellung der Messdaten selbst nachzubilden.

Ziel ist es, auf der Basis des derzeit technisch machbaren, einen Anforderungskatalog zu erstellen, der als Orientierung für weitere Entwicklungen dienen soll.

Do. 14:25 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Beurteilung der Gehörgefährdung durch schmalbandige GeräuscheH. Waldmann*Suva, Luzern (CH)*

Für die Gehörgefährdung durch Lärm liegen in der Norm ISO 1999:1990 fundierte Grundlagen vor, die den Zusammenhang zwischen der Lärmexposition und der dadurch verursachten permanenten Hörschwellenverschiebung (Lärmschwerhörigkeit) beschreiben. Die Norm bezieht sich dabei explizit auf breitbandige, nicht-tonale und gleichförmige Geräusche.

Vor allem bei elektro-akustisch erzeugten Geräuschen liegt aber ein wesentlicher Anteil der Schallenergie in einem schmalen Frequenzband. Dass solche Geräusche eine erhöhte Gefährdung für das Gehör darstellen, ist aus physiologischen Gründen naheliegend, da sie konzentriert auf einen gewissen Abschnitt der Basilarmembran und auf eine beschränkte Anzahl der Haarzellen einwirken, dort aber mit erhöhter Energie. Die theoretische Überlegung wird auch durch Schadenfälle gestützt, die die Suva im Rahmen der Anerkennung von Berufskrankheiten zu beurteilen hatte.

Zur Beurteilung der Gehörgefährdung wird ein Schmalbandzuschlag K_{NB} ("NB" für "narrow band") vorgestellt, der auf einer Terzbandanalyse des zu beurteilenden Geräusches basiert. Die Beurteilung erfolgt anhand der Überlegung, auf wie viele Terzbänder sich der Grossteil der Schallenergie verteilt.

Der Autor hofft auf eine intensive fachliche Diskussion dieses Vorschlags, der erstmals öffentlich präsentiert wird.

Do. 14:50 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Einfluss von persönlicher Unterweisung auf die Schalldämmung von SchaumstoffgehörschutzstöpselM. Telsnig*AUVA, Wien*

Überschreitet trotz aller möglichen technischen und organisatorischen Maßnahmen der Lärmexpositionspegel eines Arbeitnehmers den Expositionsgrenzwert für gehörgeschädigenden Lärm, muss dieser mit Hilfe von geeigneter persönlicher Schutzausrüstung eingehalten werden. In diesem Fall ist in der Verordnung Lärm und Vibrationen geregelt, dass der Arbeitnehmer Gehörschutz verwenden muss.

Sehr oft werden vom Arbeitgeber vor dem Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel bereitgestellt ohne die Arbeitnehmer in deren Verwendung zu unterweisen. Es ist hinreichend bekannt, dass die vom Hersteller angegebene Schalldämmung in der betrieblichen Praxis besonders bei vor Gebrauch zu formenden Gehörschutzstöpsel weit unterschritten wird, auch wenn durch den Verwender eine sachgerechte Benützung gegeben ist. Diese Arbeit soll nun einen Anhaltspunkt geben,

wie groß die Schalldämmung eines vor Gebrauch zu formenden Gehörschutzstöpsels ist, wenn der Arbeitnehmer in der Verwendung nicht unterwiesen wird und als einzige Informationsquelle die Gebrauchsanleitung des Herstellers auf der Verpackung zur Verfügung hat. In einem weiteren Schritt werden dieselben Probanden in einem Einzeltraining in der Verwendung von Gehörschutz unterwiesen und es wird erneut die erreichte Schalldämmung bestimmt. Die Untersuchung soll verdeutlichen, in welchem Umfang eine persönliche Unterweisung die erzielte Schalldämmung beeinflusst.

Do. 15:40 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Schalldämmung von Kombinationen aus Gehörschutzstöpseln und Kapselgehörschutz

P. Sickert

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Durch die Einführung der maximal zulässigen Expositionswerte als Grenzwerte der individuellen Lärmexposition unter Berücksichtigung der Schalldämmung des verwendeten Gehörschutzes wird es erforderlich, die tatsächliche Schalldämmung von Gehörschutz zu kennen und für bestimmte Fälle Gehörschutz mit hoher Schalldämmung einzusetzen. Die in verschiedenen Feldstudien ermittelte verringerte Schalldämmung im praktischen Einsatz führt häufiger zu Situationen, in denen ein einzelner Gehörschutz die notwendige Schalldämmung nicht erreicht. In solchen Fällen ist die Benutzung von Kombinationen aus Gehörschutzstöpseln und Kapselgehörschutz erforderlich. Da es bisher wenig geprüfte Kombinationen gibt, entsteht die Frage, inwieweit aus den bekannten Einzelschalldämmungen entsprechend der Baumusterprüfung von Kapseln und Stöpseln die Gesamtschalldämmung der Kombination abgeschätzt werden kann. Es ist bekannt, dass sich die Schalldämmungen einer solchen Kombination nicht einfach addieren, sondern dass für jede Frequenz die jeweils höhere Dämmung der einzelnen Produkte die Gesamtschalldämmung bestimmt. Es werden Ergebnisse der Baumusterprüfung mit den Berechnungsergebnissen verglichen und die Möglichkeiten Abschätzung der Gesamtschalldämmung aus den Informationen der Hersteller erörtert. Es werden geeignete Gehörschutzkombinationen und deren Einsatzmöglichkeiten vorgestellt. Zusätzlich werden die Möglichkeiten von Schallschutzkombinationen für extreme Lärmsituationen betrachtet und dabei auf den Einsatz von Lärmschutzhelmen eingegangen.

Do. 16:05 Grashof C 24

Lärm am Arbeitsplatz

Signalhörbarkeit beim Tragen von Gehörschutz in verschiedenen Arbeitssituationen

S. Dantscher

Institut für Arbeitsschutz der DGUV

Beim Tragen von Gehörschutz verändert sich die akustische Wahrnehmung, da die Dämmung des Gehörschützers im Allgemeinen frequenzabhängig ist. Dadurch kann es im schlimmsten Fall zum Überhören von Warnsignalen kommen. Um die Gehörschützer bezüglich ihrer Signalhörbarkeit auswählen zu können, werden am Institut für Arbeitsschutz verschiedene Rechenverfahren verwendet. So kann eine Vorauswahl für die Wahrnehmung von Signalen (sowie Sprache und weiterer informationshaltiger Geräusche) erfolgen. Einsatzvoraussetzung bleibt jedoch immer eine Hörprobe am Arbeitsplatz. Ein allgemeines Kriterium für die Signalwahrnehmbarkeit ist der Anstieg der Dämmung zu hohen Frequenzen hin. Je geringer dieser Anstieg ausfällt, umso besser ist der Gehörschützer geeignet. Als Eignungsgrenze haben sich 3,6 dB/Oktave bewährt. Für Personen mit Hörminderung empfiehlt sich ein noch niedrigerer Wert. Für einige Arbeitsplätze mit sicherheitsrelevanten Signalen (wie im Gleisoberbau oder bei Fahrzeugführern im öffentlichen Straßenverkehr) wird ein Rechenverfahren verwendet, das die menschliche Wahrnehmung modelliert (basierend auf der spektralen Verdeckung nach Zwicker). Dabei werden die Spektren der am Arbeitsplatz auftretenden Störgeräusche und Signale sowie die Dämmwerte des Gehörschützers berücksichtigt. Weitere Berechnungen nach Zwicker zu Messungen an Arbeitsplätzen im Eisenbahnbetrieb (v. a. Lokrangierführer) werden vorgestellt und die Ergebnisse der drei untersuchten Einsatzbereiche verglichen.

Donnerstag

Lärm am Arbeitsplatz (Poster)

Ein Schallschutzkonzept für höchste hygienische AnsprücheJ. Berger^a, M. Haaß^b, H.V. Fuchs^a und P. Rietschel^b^a*Forschungsgesellschaft für Systemsicherheit und Arbeitsmedizin;*^b*Berufsgenossenschaft für Nahrungsmittel und Gaststätten*

Die EU-Richtlinie 2003/10/EG hat die Anforderungen im betrieblichen Lärmschutz verschärft. Hierdurch entstanden neue und weiter ausge dehnte kennzeichnungspflichtige Lärmbereiche in den Produktionsstätten der Nahrungsmittelindustrie. Konventionelle Schallabsorber erfüllen aber in der Regel nicht die dort verbreitet geltenden extremen Anforderungen an die Hygiene, an die mechanische Stabilität und widerstehen nicht den notwendigen harten Reinigungsmethoden. Eine alternative Lösung des Lärmproblems in den betroffenen Betrieben ist für die Einhaltung der "Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen" und für die Verbesserung der dortigen Arbeitsbedingungen somit unabdingbar. Aufbauend auf den Erfahrungen

mit innovativen, robusten Absorbern für ein breites Anwendungsspektrum (u. a. Membran-Absorber, Verbundplatten-Resonatoren, Breitband-Kompaktabsorber und Mikroperforierte Platten) wird im Rahmen eines mittelfristig angelegten F&E-Projekts ein neues Konzept zur Lärmminde- rung an lauten Maschinen und Anlagen entwickelt. Es versucht, die üb- lichen Maßnahmen an und unter der Decke über den sensiblen Produk- tionsbereichen durch leichter zu reinigende, bevorzugt stehende Schall- schirme sowie Maßnahmen an den Lärmquellen selbst zu ersetzen. Ih- rem Einsatz in ausgewählten Muster-Betrieben müssen scharfe Quali- fikationstests bezüglich Hygiene, mechanischer Stabilität und Reinigung vorausgehen. Parallel zu konkreten Ausführungen in Betrieben werden zum Vergleich Lärmprognosen berechnet. Diese sollen es ermöglichen, in Zukunft präzise Prognosen für die akustische Wirksamkeit dieses Konzepts unter den sehr unterschiedlichen Einsatzbedingungen zu er- stellen.

Donnerstag

Lärm am Arbeitsplatz (Poster)

Sound Masking to Reduce Annoyance by Traffic Noise in Office Rooms

E. Borges Leao^a, V. Huckemann^b und M. Leao^b

^aTU Braunschweig; ^bTU Braunschweig, Inst. für Gebäude- und Solar- technik

Office building energy efficiency, especially in tropical climates, could be improved by applying natural ventilation thus reducing the period of air- conditioning. However, in general unacceptable increase of annoyance by traffic noise occurs when the façade is opened. The use of sound masking to overlap the external noise could reduce the disturbance. Clearly R'_w gets lower when the façade is opened, but this reduction is not sufficient to characterize the change in acoustic comfort. Besides the (A-weighted) level of the perceived noise also a change in the fre- quency content, in the temporal fluctuation and in the "character" of the noise is of important influence. It was investigated, by questionnaires and measurements, to which extend the negative acoustical effects on the subjective "well-feeling" of office users can be reduced by sound mas- king. Water noise was used for convenience and clearly distinct effects were observed. Careful optimization of the spectrum and sound level of the masking water noise were necessary to reach acceptance of feasible higher traffic noise levels in the office rooms.

Do. 8:55 Grashof C 113

Blasinstr.- und Orgelakustik II

Einfluss des Zinkmaterials auf den Klang der LippenorgelpfeifenJ. Angster^a, J. Schell^b, N. Manrique Ortiz^a und A. Miklos^a^aFraunhofer Institut für Bauphysik; ^bPolytec GmbH

In den USA werden von zahlreichen Orgelbaufirmen Orgelpfeifen aus Zink angefertigt, wohingegen in Deutschland fast ausschließlich Orgelmetall (Zinn-Blei Legierung) verwendet wird. Früher wurde Zink im Pfeifenbau auch in Deutschland verwendet, da die meisten Zinnpfeifen im Laufe des ersten aber teilweise auch des zweiten Weltkrieges eingeschmolzen und die wertvollen Instrumente dadurch zerstört wurden. Diese Pfeifen wurden dann, wo immer es möglich war, durch Zink ersetzt.

Orgelbauer sprechen von einem etwas härteren Metall, womit ein Intonateur, der die Pfeifen mit der Hand bearbeitet (Aufschneiden, Kernstiche einschneiden, Pfeifenfußblock vergrößern oder verkleinern; usw.) schwieriger zurechtkommt als mit dem Orgelmetall. Nach den Informationen der Grillo-Werke AG ist das heutige Zinkmaterial viel sauberer als früher und somit könnte der Intonateur mit dem heute relativ weichen Metall doch sehr gut umgehen.

Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, inwieweit sich die Pfeifenwandschwingungen bei der Verwendung von Zink ändern und wie groß dadurch der Einfluss des Materials auf den Klang wäre. Es wurden aus Zink und Orgelmetall angefertigte Pfeifenpaare anhand akustischer Untersuchungen miteinander verglichen. Parallel dazu wurden Wandschwingungen mit einem Laservibrometer nachgewiesen. Die Klang- und Schwingungsaufnahmen wurden bei den aus Orgelmetall und aus Zink angefertigten Pfeifen miteinander verglichen.

Do. 9:20 Grashof C 113

Blasinstr.- und Orgelakustik II

Gold vs Silver: Does material influence the sound of flutes?

S. Carral und J. Korbelt

Institut für Wiener Klangstil, Universität für Musik Wien

There are no two instruments that are exactly the same. Even instruments of the same model and material and made by the same maker differ slightly from one another. Some manufacturers of high quality instruments even claim that their instruments are "hand made". Before being able to conclude whether there is a significant difference in the sound of two instruments made with different material but otherwise "exactly" the same, the differences bound to exist between two instruments that are "exactly" the same including the material should be investigated. In this study, two pairs of flutes (Muramatsu with silver keywork and pulled toneholes) were taken: Gold vs Silver and Silver vs Silver. A graduate from the University of Music in Vienna played a fragment of music 30 times on each flute in an anechoic chamber. The session was recorded with two microphones: one close to her left ear, and another 3 m away from her. The recorded signals were subsequently analysed with

the program SNDAN, from which the pitch, RMS and spectral centroid vs time of each instance were calculated. With the aid of statistical testing, differences in the means of these quantities are searched for between the flutes in each pair.

Do. 9:45 Grashof C 113

Blasinstr.- und Orgelakustik II

Experimente zur Intonationsbestimmung beim Fagott

T. Grothe, J. Baumgart und R. Grundmann

TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik

Bei Blasinstrumenten ist der Bereich der spielbaren Tonhöhe durch das vom Instrumentenbauer gefertigte Instrument vorgegeben, die Feinabstimmung erfolgt jedoch individuell durch den Musiker. Diesen Vorgang bezeichnet man als intonieren. Ziel dieser Studie ist die musikerbezogene Ermittlung der Tonhöhen auf einem Fagott.

Einen ersten Anhaltspunkt über Grundstimmung und Intervallabstände lieferten Aufnahmen ausgehaltener Töne von über 500 Fagotten, welche unter gleichen Bedingungen aufgenommen wurden. Weiterhin wurden durch einen Musiker auf verschiedenen Fagotten die Grenzen in Dynamik und Verstimmung für den gesamten Tonumfang ermittelt. Dabei wurden verschiedene S-Bögen und Rohrblätter verwendet, um deren Einfluss auf die Stimmung der Töne abzuschätzen. Experimente mit einem Kunststoffrohrblatt, das in eine Anblasvorrichtung eingespannt ist, ermöglichen den objektiven Vergleich der Fagotte hinsichtlich der Lage der Töne.

Die so erhaltenen musikerbezogenen Ergebnisse werden experimentell und numerisch bestimmten Eingangsimpedanzkurven der verwendeten Fagotte gegenübergestellt und bezüglich der Eignung für eine objektive Beurteilung der Stimmung der Instrumente diskutiert.

Do. 10:10 Grashof C 113

Blasinstr.- und Orgelakustik II

Vuvuzela - das Fan-Instrument für die Fußball-WM 2010

G. Ziegenhals

Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota

Beim FIFA Confederations Cup 2009 in Südafrika, der Generalprobe für die Fußball-WM 2010, beklagten sich Aktive und Offizielle über den schier unerträglichen Dauerlärm in den Stadien. Die Ursache waren tausende Vuvuzela, ein Blasinstrument und ein Symbol des südafrikanischen Fußballs, im Dauerbetrieb durch die Zuschauer. Das Instrument besteht aus Plastik oder Blech, hat ungefähr die Länge von 60 cm und ist ein Kesselmundstückinstrument. Aufgrund ihrer Eigenheiten, auf die im Vortrag ausführlich eingegangen wird, spricht die Vuvuzela sehr leicht an, kann also vom im Blasen ungeübten Fußballfreund ohne weiteres bedient werden. Da sie zudem sehr einfach herzustellen ist, bietet sie sich als idealer Fan-Artikel an. Aufgrund der von ihr ausgehenden Lärmbelastung (Man erreicht mühelos die Schalleistung einer im fortissimo

geblasenen Trompete.) erwog die FIFA, die Vuvuzela und aus ihr abgeleitete Instrumente in Stadien zu verbieten. Obwohl nur rund halb so lang wie eine Trompete erklingt beim normalen Anblasen deren Grundton b (220 Hz). Ursache ist, dass man auf dem bei Trompeten nicht genutzten Pedalton, der ersten Rohrresonanz, spielt. Dafür lässt sich die Vuvuzela nur sehr schwer überblasen. Im Vortrag werden das Resonanzverhalten des Instrumentes, repräsentiert durch den Verlauf der Eingangsimpedanz, für verschiedene Mensurvarianten und daraus resultierende Spieleigenschaften diskutiert.

Do. 14:00 Grashof C 113

Musikalische Akustik

Stegadmittanz und Deckenschwingungen eines Cellos

H. Fleischer

UniBw München, LRT, Institut für Mechanik

Aus der Sicht der Mechanik stellen Streichinstrumente äußerst komplexe Schwinger mit ausgeprägter Fluid-Struktur-Interaktion dar. Soll ihr Schwingungsverhalten untersucht werden, sind Experimente unerlässlich. Gegenstand der Studie ist ein hochwertiges Cello, das mit zwei unterschiedlichen Stegen versehen werden konnte. Zunächst wurde an den Auflagepunkten der Saiten parallel zur Decke die komplexe Punkt-Admittanz gemessen. Bis zu Frequenzen von etwa 800 Hz zeigten die Ergebnisse für die beiden Stege keine erwähnenswerten Unterschiede. Danach wurde am Steg ebenfalls parallel zur Decke angeregt und mittels Laser-Scanning-Vibrometrie die Schwingungen der Vorderseite aufgenommen. Ein Vergleich macht deutlich, dass sich im Frequenzbereich bis 800 Hz in den Maxima der Stegadmittanz Schwingungen der Vorderseite widerspiegeln. Es wird dargelegt, welche Schwingungsform welchem Maximum zugeordnet ist. Die Admittanz quantifiziert die Schwingungsfreudigkeit am Punkt der Messung in der Richtung der Messung. Sinnvollerweise wird sie dort bestimmt, wo die Saiten Kontakt mit dem Instrumentenkörper haben. Ist die Richtung so gewählt, wie es der hauptsächlichlichen Orientierung der Saitenschwingung entspricht, dann sind die Maxima Indikatoren für die relevanten Schwingungen des Instrumentenkörpers. Darüber hinaus ist der Realteil der Admittanz (die Konduktanz) am Auflagepunkt ein Maß dafür, welche Leistung die Saite in das Instrument einbringen kann. Somit ist die Stegadmittanz, obwohl einfach zu messen, von hoher Aussagekraft.

Do. 14:25 Grashof C 113

Musikalische Akustik

A method for an acoustical comparison of the Hammered Dulcimer

A. Mayer^a und H. Rust^b

^a*Institut für Wiener Klangstil, Universität für Musik Wien;* ^b*Hackbrett- und Glachterbau Rust, Thörl (A)*

Often musical instrument makers need to compare instruments in terms of sound quality. On the one hand an objective comparison can help the instrument maker to retrace changes in the building processes, as well

as in changes on the instrument itself. On the other hand, it becomes more and more necessary to provide customers scientific instrument analysis to help them during their buying decision process.

In this paper a method for comparing the acoustics of hammered dulcimers is explained. The sound spectra as well as the decay rates are chosen as comparative parameters. For a reproducible excitation, a computer controlled excitation mechanism is used.

Do. 14:50 Grashof C 113

Musikalische Akustik

Zur Akustik der Pipa, ein Zupfinstrument der klassischen chinesischen Musik

H. Schiema

Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota

Die Pipa ist ein in China seit mehr als 2000 Jahren gebräuchliches Zupfinstrument und ähnelt im Aufbau der westlichen Laute. Charakteristisch für dieses Instrument ist der birnenförmig ovale Korpus, welcher meist aus Edelhölzern wie zum Beispiel Mahagoni oder Sandel gefertigt wird. Die Pipa verfügt heute über 4 Stahlsaiten, welche in A (110Hz), e, d, a (220Hz) gestimmt sind und über 24 bis 30 Bünde laufen. Die Pipa wird in zwei unterschiedlichen Techniken mittels eigener oder künstlicher Fingernägel und nur selten mit Plektrum gespielt. Der Vortrag beschäftigt sich mit den Mechanismen bei der Klangentstehung der Pipa. Hierzu wurden im Institut für Musikinstrumentenbau umfangreiche Untersuchungen zur Modalanalyse und der Frequenzanalyse des abgestrahlten Schalles durchgeführt. Charakteristisch für das Instrument ist eine hohe Abstimmung der Resonanzen. Eine nennenswerte Übertragung setzt erst ab dem Ton a₁ ein und eine erste typische Resonanz findet sich bei ca. 500 Hz. Daraus resultiert der für asiatische Instrumente typische, auch in der tiefen Lage helle, sogar etwas nasale Klang. Mittlerweile hat die Pipa auch Einzug in die Rockmusik gehalten. Dies verdeutlicht der Einsatz des Instrumentes von der kalifornischen Band "Incubus".

Do. 15:15 Grashof C 113

Musikalische Akustik

Zur Schallleistung von modernen und historischen Orchesterinstrumenten I: Streichinstrumente

J. Krämer^a, F. Schultz^a, M. Pollow^b und S. Weinzierl^a

^aTU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation; ^bInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen

In einer konsistenten Messreihe wurden für eine große Anzahl von Orchesterinstrumenten in moderner und historischer Bauart schalldruckkalibrierte Aufnahmen mit einem 32-kanaligen, sphärischen Mikrofonarray im reflexionsarmen Vollraum erstellt. Von professionellen Orchestermusikern wurden Einzeltöne und Tonleitern in verschiedenen Dynamikstufen über den gesamten, chromatischen Tonumfang eingespielt. In der Auswertung wurde die maximal und minimal erreichte Schallleistung und Dynamikbereiche für Einzeltöne und Tonfolgen ermittelt. Der

Vergleich zwischen Instrumenten moderner und historischer Bauart liefert zum ersten Mal eine empirische Grundlage für eine Beurteilung der Lautstärke historischer Klangkörper und für die akustische Balance der Instrumentengruppen in einem Sinfonieorchester des frühen 19. Jahrhunderts.

Do. 16:05 Grashof C 113

Musikalische Akustik

Zur Schallleistung von modernen und historischen Orchesterinstrumenten II: Holz- und Blechblasinstrumente

E. Detzner^a, F. Schultz^a, M. Pollow^b und S. Weinzierl^a

^aTU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation; ^bInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen

In einer konsistenten Messreihe wurden für eine große Anzahl von Orchesterinstrumenten in moderner und historischer Bauart schalldruckkalibrierte Aufnahmen mit einem 32-kanaligen, sphärischen Mikrofonarray im reflexionsarmen Vollraum erstellt. Von professionellen Orchestermusikern wurden Einzeltöne und Tonleitern in verschiedenen Dynamikstufen über den gesamten, chromatischen Tonumfang eingespielt. In der Auswertung wurde die maximal und minimal erreichte Schallleistung und Dynamikbereiche für Einzeltöne und Tonfolgen ermittelt. Der Vergleich zwischen Instrumenten moderner und historischer Bauart liefert zum ersten Mal eine empirische Grundlage für eine Beurteilung der Lautstärke historischer Klangkörper und für die akustische Balance der Instrumentengruppen in einem Sinfonieorchester des frühen 19. Jahrhunderts.

Do. 16:30 Grashof C 113

Musikalische Akustik

Das Verhältnis der koreanischen Instrumente zur koreanischen Gesangsstimme

G.-M. Park

Martin Luther Universität Halle

Dass abendländische Musikinstrumente in ihren Klangfarben zu den Vokalklangfarben eine gewisse Übereinstimmung haben, ist längst bekannt. Schon im Jahre 1832 hatte Willis in einer Untersuchung "Über Vokaltöne und Zungenpfeifen" (Poggendorffs Ann. D. Physik 24) zum ersten Mal beschrieben, dass der Vokallaut sich bis zu einem gewissen Grade an einfachen musikalischen Tönen wahrnehmen lässt (Wolfgang Köhler 1909, Nachtrag).

1926 sprach Carl Stumpf im Anhang seines Buches auch über die Sprachlaute von sprachähnlichen "Nebenformanten" (Carl Stumpf, 1926). 1929 übertrug dann Carl Erich Schumann in seinem Werk über die Physik der Klangfarben den Formantbegriff endgültig von der Phonetik in die musikalische Akustik (Erich Schumann, 1929). In Korea wurde dieser Zusammenhang zwischen der Gesangsstimme und den traditionellen Musikinstrumenten bisher nicht erforscht.

Die zehn am häufigsten verwendeten koreanischen Musikinstrumente (Komungo, Kayagum, Hægum, Ajäng, Yanggum, Dægum, Sogum, Danso, Piri, Täpyeongso) und die Stimme der koreanischen Gesangstradition wurden unter reflexionsarmen Bedingungen durch komplexe Mikrofonierung aufgezeichnet und anschließend diversen Messungen unterzogen.

Die Ergebnisse enthalten detaillierte Informationen zu den Formantenbereichen der Gesangsstimme und der Musikinstrumente als auch der zur Ähnlichkeit der Formanten zwischen den einzelnen Musikinstrumenten. Sie ergänzen somit vergleichbare Untersuchungen europäischer Musikinstrumente und geben wichtige Hinweise zum ästhetischen Verhältnis zwischen koreanischer Gesangsstimme und den koreanischen Instrumenten.

Do. 16:55 Grashof C 113

Musikalische Akustik

Acoustical exploration on the role of the audiophonatorical feedback in professional female classical singing

I. Bendl

Institut für Wiener Klangstil, Universität für Musik Wien

This study aims to proof or disproof a general spoken consensus among singers that singing is mainly controlled using kinaesthetically sensations. Though it is the singers experience that the environment may influence the kind of singing too. Is it possible to estimate the extent of the influence of acoustical feedback given by the acoustical environment for classical female singing?

Five singers were asked to sing the first verse of the song "Heidenröslein" from Franz Schubert in an unechoic chamber. Two microphones were placed in front of the singer in a distance of 2.6 m with a distance of 2.6m between the microphones. Both signals were amplified and recorded. One was altered with a hall generator and then sent back to the singer, who receives the signal through a headphone. There were used different settings of the hall generator which gave the acoustical impression of being in a different environment.

This study has a look at parameters as sound quality, musical criteria like tempo and time dependant changes in the generation of the sound and physiological parameters represented by spectral tilt and inverse filtering. The occurrence of the characteristic criteria was statistically evaluated in dependency of the acoustical conditions.

Donnerstag

Musikalische Akustik (Poster)

Sound Generation in a Piano: Multichannel MeasurementsM. Kappel^a, M. Abel^a, R. Gerhard^a und R. Bader^b^a *University of Potsdam*; ^b *Musikwissenschaftliches Institut der Universität Hamburg*

Different types of vibrations produced by a grand piano were recorded simultaneously with a multichannel measurement. The aim is to investigate the characteristics of a piano such as the correlation function between certain vibrations and the nature of sound wave transmission within the instrument. The data acquisition of the vibrations was carried out by three different means: 1) self-constructed poleshoes placed over the piano strings, 2) piezo-crystals located at the piano bridge and on the resonance board and 3) a single capacitor microphone positioned over the instrument. The transfer and correlation functions of sound waves are calculated for various parts of the piano, which are crucial for the tone generation.

Donnerstag

Musikalische Akustik (Poster)

Nasality in musical Sounds - it is not a band

I. Malhotra und R. Mores

HAW Hamburg

'Nasality' is one of the attributes that is used often in sound quality assessments of musical instruments. Nasality is usually believed to be represented by a good portion of energy in a specific band around 1 kHz. Especially the strings community keeps referring to this band as the nasality band according to Dönnwald's definition in the 1980s, with only little support from psychoacoustic tests however. Findings from two other research fields contradict Dönnwald's definition. Clinical studies list several key ingredients to nasality, most of which are placed well outside the defined band. Moreover, the speech processing community investigates formant compositions including secondary formants rather than energy in the mentioned band. In general, a larger set of ingredients in a sound will add to the perception of nasality. This paper gives a brief survey on the different approaches to nasality. It also reviews the progress on automated feature extraction for this sound attribute.

Donnerstag

Musikalische Akustik (Poster)

Eingangsimpedanzmessungen am Fagott

W. Ohno, T. Grothe und R. Grundmann

TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik

Eingangsimpedanzmessungen sind ein Standardmessverfahren um die schwach gedämpften Resonanzfrequenzen von Blasinstrumenten zum bestimmen. Dabei wird die Luftsäule durch eine Volumenstromquelle am mundstückseitigen Ende des Instrumentes angeregt und der resultierende Druck gemessen. Zur Messung der akustischen Impedanz von Fagotten wurde ein Messkopf konstruiert, bei dem die Volumenstromquelle durch einen Lautsprecher in einer Druckkammer mit einem schlan-ken, ringspaltförmigem Austritt realisiert ist. Der Volumenstrom durch den Ringspalt ist proportional zum Schalldruck in der Druckkammer. Die Eingangsimpedanz eines Messobjektes lässt sich daher aus dem Verhältnis der Schalldrücke vor und hinter dem Ringspalt bestimmen, wenn dessen Impedanz bekannt ist. Diese wird durch Kalibrierung des Aufbaus mit einer einfachen Geometrie bestimmt, für dessen Impedanz theoretische Werte vorliegen. In dieser Arbeit werden Details zu Aufbau, Kalibrierung und Messdurchführung dargestellt. Anhand ausgewählter Messergebnisse können die Funktion von Oktavlöchern und alternativen Griffen, sowie der Einfluss des Rohrblattvolumens auf die Lage der Resonanzfrequenzen beim Fagott veranschaulicht werden.

Donnerstag

Musikalische Akustik (Poster)

Identification of concurrently sounding wind instrument tones

D. Klonari^a, K. Pasiadis^a, G. Papadelis^a und G. Papanikolaou^b

^a*Aristotle University of Thessaloniki, Dept. of Music Studies*; ^b*Aristotle University of Thessaloniki, Electrical & Computer Eng.*

In this paper we investigate the performance of musically trained listeners in identifying wind musical instruments that sound concurrently. Such configurations are used frequently in orchestral works, serving significant aesthetical purposes or musical functionality. Perceptual identification of individual sound sources in a complex auditory scene is a process which directly relates to aspects of timbre perception of musical sounds. Forty three musicians were initially asked to identify the musical instrument they listened to. Single tones from four wind instruments -among the most frequently used ones in orchestration (Oboe, Flute, Clarinet, and Trumpet)- at four musical pitches (A4, C#5, A5, C#6) were used as stimuli. In a subsequent listening test all possible combinations of the above instruments and pitches were presented in pairs of tones that sounded concurrently through a repeated measures design and participants were required to identify the individual instruments within each pair. Confusion matrix analysis on percentage-correct identification data is presented in this paper, together with the results of the significance analysis on the effect of instrument combination, pitch interval and pitch position on identification accuracy. These results are finally compared

to previous related findings and the relative influence of perceptual and acoustic factors on musical timbre identification is discussed.

Do. 8:30 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Glottal Jet Instabilities: Mechanisms, Control and Effect on Primary Acoustics in Voice Generation

C. Brücker, M. Triep, W. Mattheus und R. Schwarze

Institut für Mechanik und Fluidodynamik, TU Bergakademie Freiberg

The opening and closing of the glottal orifice is responsible for a complex flow field in the vocal tract as well as for the primary acoustic sources in voice generation. This paper presents the flow results of an experimental and numerical study on the jet formation, evolution and disintegration in a glottal cam model. The modelled glottal orifices take into account the three-dimensional (3-D) contouring of natural glottal gaps. Instabilities of the jet head and the jet edge are analyzed with regard to the involved mechanisms. The incidence of coherent structures in the jet edge and in part their coalescence is detected. Observed phenomena such as a length-wise vena contracta and axis-switching are supposed to play an important role in the control of the glottal jet. A redistribution of the vortex structures has shown to lead to a different character of the flow-induced primary acoustic sources in the region downstream the glottis. This trend is assumed to be enhanced when the glottal jet also interacts with the vocal tract walls or other supraglottal structures.

Do. 8:55 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Airframe Noise Reduction via Near-Wall Turbulence Control

S.R. Koh, W. Schröder und M. Meinke

Institute of Aerodynamics, RWTH Aachen

Turbulence control has been one of the major research issues to improve the aerodynamic performance at high Reynolds number. In recent years the progress in understanding of turbulent flow phenomena focuses on energy saving technology. Furthermore, noise reduction is an important issue to develop silent engines in various applications. The main objective of the present study is to improve an active noise control technique by manipulating turbulent shear layers. To achieve the noise reduction multi-species gas mixtures are injected from a streamwise slot on the wall surface. The control of the near-wall coherent structures changes the velocity gradient in the shear layer and weakens turbulent wall-pressure fluctuations which have been directly recognized as the major source of airframe noise. To reduce the computational costs the present investigation focuses on the nozzle tip of a jet engine. That is, the simplified physical problem represents a fluid controlled wall-bounded shear layer passing over a trailing edge. The computational method adopts the large-eddy simulation (LES) of non-reactive multi-species gas mixture and solves the acoustic perturbation equations (APE) for the acoustic field.

Do. 9:20 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Regelungskonzept zur aktiven Minderung des Drehklangs axialer Turbomaschinen bei Verwendung aeroakustischer GegenschallquellenO. Lemke^a, R. Muminovic^b, L. Enghardt^c, W. Neise^c, R. King^b und M. Möser^a^a *TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*; ^b *TU Berlin, Institut für Prozess- und Verfahrenstechnik*; ^c *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin*

In einem DFG geförderten Forschungsvorhaben werden aeroakustische Gegenschallquellen zur aktiven Minderung des Drehklangs eines Axialventilators verwendet, die durch das Einblasen von Druckluft über zylindrische Düsen zwischen Rotor und Stator angeregt, zur Ausbildung eines Sekundärschallfeldes führen. Damit unterscheidet sich dieser Ansatz wesentlich von konventionellen Verfahren, welche Lautsprecher verwenden.

Die Hauptursache der tonalen Geräuscentstehung in axialen Turbomaschinen sind instationäre periodische Kräfte als Folge der Rotor-Stator Interaktion, die zu einer Abstrahlung kompliziert strukturierter Schallfelder in das Fernfeld führen. Die modale Zusammensetzung des Schallfeldes in Umfangsrichtung ist dabei abhängig von der Anzahl der Rotor- und Statorschaufeln. Bei Verwendung der gleichen Anzahl von Einblasdüsen wie Statorschaufeln ist in jedem Fall sichergestellt, dass als Folge der Rotor-Störung-Interaktion das Sekundärschallfeld hinsichtlich seiner modalen Umfangsstruktur dem Primärschallfeld entspricht. Die Anpassung von Amplitude und Phasenlage erfolgt durch den Einblasmassenstrom und die Umfangsposition der Düsen bezüglich des Stators.

In vorangegangenen Untersuchungen wurde ein Extremwertregler entwickelt, welcher ohne Systemkenntnis auskommt, aber sehr langsam ist. Der aktuelle Regelungsentwurf basiert auf einer linearen Phasenbeziehung des Sekundärfeldes zur Umfangsposition der Düsen. Dabei wird die Amplitude und Phase des Sekundärschallfeldes mittels eines Kalmanfilters geschätzt und schließlich die Umfangsposition der Düsen für eine optimale Schallpegelminderung durch einen einfachen PI-Regler sehr schnell eingestellt.

Do. 9:45 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Untersuchung der Zellinteraktion der Resonatorzellen eines nichtlokal reagierenden Schalldämpfers

S. Busse^a, C. Richter^b, L. Enghardt^c, F. Thiele^b, C. Kückens^d, C. Sefrin^d und U. Müller^e

^a TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik; ^b TU Berlin; ^c Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin; ^d PFW Aerospace AG; ^e MeliCon GmbH

Im Beitrag wird das akustische Verhalten einer neuartigen Dämpferstruktur tief greifender untersucht. Dieser Dämpfer ist durch die nicht-lokal reagierenden Eigenschaften der Resonatorzellen gekennzeichnet. Deren Zellseitenwände sind aufgrund des Schweißprozesses zur Verbindung von Innenstruktur mit Deck- und Bodenplatte sowohl an der Oberseite als auch an der Unterseite mit mehreren Schlitzen versehen. Deshalb ist ein fluid-akustischer Austausch zwischen den Zellen möglich. Durch teilweise Abdeckung der perforierten Oberseite einzelner Zellreihen konnte bereits eine wesentliche Veränderung der Dämpfungscharakteristik des Testobjektes erreicht werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass aufgrund der fluid-akustischen Interaktion der Zellen deren aktives Resonator- bzw. Hohlraumvolumen durch die jeweiligen Nachbarzellen beeinflusst wird. Zusätzlich dürfte eine Einkopplung und Ausbreitung akustischer Wellen im Inneren der Struktur weitere Dämpfungseffekte mit sich bringen. Somit weichen die Dämpfungseigenschaften von der Theorie des klassischen Helmholtzresonators bzw. Feder-Masse-Schwingers ab. Für einige geometrische Konfigurationen der akustisch aktiven Oberfläche wird aus Mikrofonmessungen an einem Strömungskanal mittels Reflexions- und Transmissionsfaktoren die resultierende Dissipation bestimmt. Anhand dessen werden mögliche Erklärungen für die sich ergebenden unterschiedlichen Dämpfungseigenschaften gesucht. Mithilfe einer bewährten numerischen Methode wird darüber hinaus die frequenzabhängige Impedanz abgeleitet, um den Dämpfer näher zu charakterisieren.

Do. 10:10 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Optische Schallschnellemessung mittels Doppler Global Velocimetry

A. Fischer^a, A. Rausch^a, F. Bake^a und I. Röhle^b

^a Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Berlin; ^b Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen

In einem Schallfeld ist die direkte Messung der Schallschnelle recht schwierig, weshalb meist auf das indirekte Verfahren der Zweimikrofonmethode zurückgegriffen wird. Dies ermöglicht aber nur die indirekte Bestimmung der Schallschnelle unter der Annahme eines Schallfeldmodells mit einer verknüpfenden Gleichung von Schnelle und Druck. Das hier vorgestellte laser-optische Messverfahren (DGV) erlaubt eine direkte Schnellemessung unter Ausnutzung des Dopplereffektes. Hierbei

wird das gestreute Laserlicht einer partikelbehaftete Strömung punktuell durch einen Photomultiplier erfasst. Dieses Licht weist aufgrund des Dopplereffekts eine Verschiebung der Laserlichtfrequenz auf, die über die Absorption einer Jodzelle in eine Intensitätsmodulation umgewandelt wird. Da es sich um ein berührungsloses Messverfahren handelt, ermöglicht es die Messung der Schallschnelle an Orten, die nur schwer oder gar nicht für Mikrofone zugänglich sind. Gleichzeitig bietet dieses Verfahren aber auch in Kombination mit Mikrofonmessungen eine direkte Impedanzbestimmung. In einem akustisch definierten Kanal aus Plexiglas wurde ein Schallfeld angeregt und einerseits mit wandbündigen Mikrofonen sowie auch punktuell mit DGV vermessen. Durch die Mikrofonmessungen ist es möglich das angeregte Schallfeld in ein hin- und rücklaufendes Feld zu zerlegen. Dies ermöglicht die Bestimmung des Schalldrucks an der Position der DGV Messung. Mit bekannter Impedanz kann dieser wieder in eine Schnelle überführen werden, um so die gemessenen DGV-Daten zu validieren.

Do. 14:00 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Vergleich von PIV Messungen mit CFD Simulationen als Basis für CAA

C. Spehr^a, A. Henning^b, T. Ahlefeldt^a, S. Kröber^a, O. Kornow^c, R. Ewert^c und L. Koop^a

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

Die numerische Simulation von breitbandigen aeroakustischer Lärmquellen beruht meist auf einem hybriden CAA/CFD Ansatz, wobei im ersten Schritt die Strömung mit einem CFD-Verfahren berechnet wird. In dem hier vorgestellten Projekt werden für den CFD-Schritt die zeitgemittelten Strömungslösungen einer RANS Simulation verwendet. Im CAA-Schritt wird das akustische Feld mit Hilfe von akustischen Störungsgleichungen simuliert, wobei die instationären Quellen über ein stochastisches Modell berechnet werden. Das Ziel der vorgestellten Arbeiten ist die Validierung des ersten Schrittes des hybriden Verfahrens, der zeitgemittelten Strömungslösung. Hierzu wurden zeitaufgelöste Particle Image Velocimetry (PIV) Messungen in der Quellregion durchgeführt. Die Ergebnisse der CFD-Simulation und der PIV-Messung werden verglichen und die Auswirkungen auf die CAA-Simulation analysiert. Als Testobjekt dient die breitbandige Geräuscentstehung in einem Klimaanlage Rohr. In einem Prüfstand wurden die relevanten Strömungsparameter der Geräuscherzeugung ermittelt. Die Messstrecke enthält zwei Rohrblenden, von denen die stromaufwärts gelegene Blende als Turbulenzerzeuger eine schallarme Verwirbelung erzeugt, die an der zweiten Blende zur Schallgenerierung führt. Der Einfluss unterschiedlich starker Turbulenzen auf die Schallentstehung wurde so durch die Variation des Abstandes der beiden Rohrkomponenten untersucht.

Do. 14:25 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Microphone array measurements in wind tunnels with closed test sectionL. Koop^a, S. Kröber^a, A. Henning^b, T. Ahlefeldt^a, C. Spehr^a und K. Ehrenfried^a^a *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen;*^b *TU Berlin*

Microphone-Arrays have been widely used to localize and quantify aeroacoustic sound-sources in wind-tunnel tests during the last years. Especially in the field of aircraft noise they are often applied to wind tunnel measurements in closed test-sections in order to detect dominant airframe noise sources. These wind tunnels usually have a very good characteristic in terms of aerodynamics but are very noisy in return. Microphone array measurements in these non-acoustic test facilities are challenging and require special hardware and data analysis.

In the present paper the setup of a microphone array measurement in a closed test-section wind-tunnel will be described to exemplify the main challenges in this kind of measurements including wind-tunnel background noise, array self-noise and limited spatial resolution. It will be shown that with hardware optimization and advanced array analysis accurate array results can be obtained in a wide frequency and dynamic range.

Do. 14:50 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Aeroakustische Messungen bei hohen Reynoldszahlen im kryogenen Windkanal

T. Ahlefeldt, L. Koop, A. Lauterbach und C. Spehr

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

Zur Bestimmung der Schallemission von Verkehrsflugzeugen und Schienenfahrzeugen werden in der Entwicklungsphase Untersuchungen an kleinskaligen Modellen vorgenommen. Bei Messungen unter normalen Umgebungsbedingungen werden hierbei aufgrund der Modellskalierung keine realen Reynoldszahlen erreicht. Durch Erhöhung des statischen Luftdrucks und/oder Verringerung der Temperatur lassen sich jedoch die Eigenschaften des strömenden Fluids dem Maßstab des Modells anpassen. Im DLR Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik wurde die Mikrofon-Array Messtechnik für die Anwendung in kryogenen Windkanälen für einen Messbereich von 300 K bis 100 K weiterentwickelt, womit Messungen bei deutlich erhöhten Reynoldszahlen möglich sind. Hierzu wurde ein Mikrofon-Array mit 144 Mikrofonen für die Anwendung in geschlossener Messtrecke entworfen und konstruiert. Bei Messungen unter diesen extremen Bedingungen sind besondere Anforderungen an das Material und die Auswertung im Vergleich zu konventionellen Messungen im Windkanal zu beachten. Es werden Messungen und Ergebnisse am Beispiel eines umströmten Zylinder und eines Dornier DO-728

Halbmodells vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Einfluss der Reynoldszahl auf die abgestrahlte Schallleistung.

Do. 15:15 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

SODIX - Inverse Schallquellenanalyse an Flugzeugtriebwerken mit Mikrofonarrays

S. Funke und U. Michel

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

Mit dem inversen Verfahren SODIX (Source Directivity Modeling in Cross-Spectral Matrix) können die absoluten Quellstärken der breitbandigen Lärmquellen von Flugzeugtriebwerken und deren Richtcharakteristik bestimmt werden. Das Verfahren modelliert die Verteilung und die Richtcharakteristik unkorrelierter Punktschallquellen auf der Oberfläche des Triebwerks, mit dem Ziel den Fehler zwischen gemessenen und simulierten Kreuzleistungsspektren zu minimieren. Ein Konjugierte-Gradienten-Verfahren wird zur Lösung des nichtlinearen Problems im Frequenzbereich genutzt. Mit dem resultierenden Punktschallquellenmodell ist es dann möglich die Schallabstrahlung des Triebwerks in das geometrische Fernfeld zu berechnen. Die Ergebnisse stimmen mit entsprechenden Fernfeldmessungen bei Abweichungen von lediglich 1-2 dB sehr gut überein. Die ausgeprägte Richtcharakteristik der Breitbandlärmquellen konnte für einen großen Winkelbereich sehr gut abgebildet werden, wobei die Integration über einzelne Quellteilgebiete die Beurteilung des Einflusses der Triebwerkskomponenten Einlass, Düsen und Strahl erlaubt. Mit synthetischen Daten wurde für SODIX eine im Vergleich zu konventionellem Beamforming größere Dynamik, als auch ein geringerer Einfluss von Alias-Quellen bei hohen Frequenzen nachgewiesen. Das Verfahren zeigte sich ebenfalls sehr robust bei unkorrelierten Störgeräuschen, wodurch es auch für die Analyse von Messungen in Strömungskanälen oder unter Einfluss diffuser Sekundärschallfelder geeignet ist.

Do. 15:40 Grashof C 116

Aeroakustik Versuch/Simulation II

Lokalisierung und Analyse von Schallquellen an Verkehrsflugzeugen im Überflug

H. Siller und U. Michel

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

Überflugmessungen mit Mikrofonarrays sind ein Werkzeug für die Lokalisierung und Identifizierung von Schallquellen an Flugzeugen. Solche Überflugmessungen sind wichtig, weil die Schallquellen unbekannt sind bzw. so komplex oder so klein sind, dass sie nur mit großem Aufwand numerisch oder im Windkanal modelliert werden können. Mit Entfaltungungsverfahren lassen sich die Schallquellen im Überflug auch quantitativ analysieren, so dass eine Rangfolge der Beiträge der einzelnen Quellen zum Gesamtgeräusch aufgestellt werden kann. In der Abteilung Triebwerksakustik des DLR Institut für Antriebstechnik wird seit mehr als 10

Jahren an der Schallquellenlokalisierung bei Überflugmessungen gearbeitet. Aktuell werden dazu sehr große Mikrofonarrays mit bis über 35 m Durchmesser und bis zu 240 Mikrofonen verwendet. Die Analyse der Arraydaten erfolgt nach dem klassischen Beamforming-Verfahren im Zeitbereich, wobei die Doppler-Frequenzverschiebung der Daten in einem ersten Verarbeitungsschritt kompensiert wird. Mit einem Entfaltungsverfahren für bewegte Schallquellen wird in einem zweiten Schritt die räumliche Auflösung und die Dynamik der Ergebnisse erheblich verbessert. Es erlaubt die Integration der Amplituden über verschiedene Quellbereiche und die Aufstellung einer Rangfolge der Quellgebiete. Diese Informationen ermöglichen eine Bewertung von geräuschemindernden Maßnahmen nach Kosten und Nutzen und sind die Basis, auf der Quellmodelle für Simulationsverfahren entwickelt werden können.

Do. 8:55 Grashof C 212

Ultraschall II

Untersuchungen zur Anregung geführter Wellen in Platten mittels Gruppenstrahlertechnik

J. Prager, C. Hoefer, G. Brekow und M. Kreutzbruck

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

Geführte Wellen breiten sich in Platten und Hohlzylindern über weite Entfernungen aus. Aus dieser Eigenschaft ergibt sich ein hohes Anwendungspotential dieser Wellenart für die zerstörungsfreie Prüfung ausgehnter Bauteile und Strukturen mittels Ultraschall. Nachteilig für die Anwendung geführter Wellen sind ihr dispersives Verhalten und die zunehmende Anzahl ausbreitungsfähiger Wellenmoden bei hohen Frequenzen. Ziel des Einsatzes der Gruppenstrahlertechnik ist es, eine ausgewählte Wellenmode selektiv anzuregen bzw. zu empfangen. Durch die Änderung des Schwenkwinkels im Gruppenstrahlerprüfkopf wird eine definierte Spurwellenlänge auf dem Interface zwischen Prüfkopf und Struktur festgelegt, die zur Anregung einer Welle mit entsprechender Phasengeschwindigkeit führt. Da der Schwenkwinkel elektronisch verändert werden kann, lässt sich auch die angeregte Wellenmode elektronisch auswählen, worin der große Vorteil des vorgestellten Verfahrens liegt. In den vorgestellten Untersuchungen wurde die Anwendbarkeit der Methode experimentell demonstriert. Der Anregemechanismus wurde theoretisch beleuchtet und die Wellenausbreitung im Prüfkopf mit verschiedenen analytischen Ansätzen modelliert. Mit diesen Modellen können Fragen der Richtwirkung und der Effizienz der Anregung detailliert untersucht werden. Die modellierten Wellenfelder wurden mit den experimentellen Ergebnissen verglichen und die Anwendbarkeit der theoretischen Ansätze beurteilt, wobei die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen im Experiment verifiziert werden konnten.

Do. 9:20 Grashof C 212

Ultraschall II

Materialprüfung mit Ultraschall unter Verwendung von SAFT und der Gruppenstrahlertechnik

J. Kitze, R. Boehm, G. Brekow und M. Kreutzbruck

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

Die Kenntnisse über die Existenz und vor allem über die Abmessungen von Rissen sind für die Sicherheit und die Bestimmung des Gefährdungspotentials von hochbelasteten Bauteilen unbedingt erforderlich. So werden quantitative Aussagen über die zu erwartende Fehlergröße zum Beispiel in der Bruchmechanik für die Bestimmung der Restlebensdauer benötigt. Bei austenitischen und ferritischen Werkstoffen ist vor allem Spannungsrisskorrosion ein großes Problem. Dabei treten Risskonfigurationen im Inneren des Bauteiles auf, die mit konventioneller Ultraschallprüftechnik aufgrund der komplizierten Rissflächengestalt und Rissorientierung nur unzureichend abgebildet werden können. Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Analyse von Materialschäden bietet die "Synthetic Aperture Focusing Technique" (SAFT). Dieses Verfahren setzt die Nutzung von konventionellen Prüfköpfen mit breiter Schallbündeldivergenz voraus, die jedoch nicht genügend Signal-Rausch-Verhältnis liefern um komplizierte Risskonfigurationen aufzulösen. In der vorgeschlagenen Methode wurden Gruppenstrahlerprüfköpfe anstelle der konventionellen Prüfköpfe eingesetzt, die durch einen Winkelschwenk ein divergentes Schallfeld künstlich nachbilden. Für diese Art der SAFT-Auswertung wurden neue Algorithmen entwickelt, die entsprechende Korrekturen für Gruppenstrahlerprüfköpfe enthalten. Die Möglichkeiten und Grenzen dieser Technik wurden theoretisch untersucht und in Modellrechnungen simuliert. Untersuchungen wurden an künstlich nachgebildeten Rissen mit konventionellen Prüfköpfen und Gruppenstrahlerprüfköpfen mit anschließender SAFT-Rekonstruktion durchgeführt. Die Prüfsysteme wurden hinsichtlich ihrer Nachweisempfindlichkeit und ihrer Eignung zur Fehleranalyse verglichen.

Do. 9:45 Grashof C 212

Ultraschall II

Messung akustischer Parameter von therapeutischen Leistungs-Ultraschallwandlern zur Tumorthherapie mit externen Strahlen

K.-V. Jenderka, J. Haller, S. Dencks und C. Koch

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Im Spektrum der Therapiemöglichkeiten zur Behandlung von Tumoren nimmt die Bedeutung der Ultraschallverfahren ständig zu. Hochintensiver therapeutischer Ultraschall (HITU) wird heute bereits regelmäßig in Kliniken für die Behandlung bestimmter Karzinome eingesetzt (z. B. Prostata) und weitere therapeutische Anwendungen werden erforscht. Unter dem Aspekt der Patientensicherheit und Therapieplanung ist die Messung der akustischen Parameter und die Charakterisierung der HITU-Felder dringend erforderlich, kann aber mit den etablierten

Messverfahren zur Zeit noch nicht vollständig geleistet werden. Nicht zuletzt deshalb wurde ein durch die Europäische Union unterstütztes Projekt begonnen, in dem neun Nationale Metrologische Institute (NMI) zum Thema "Tumorthherapie mit externen Strahlen" forschen. In dem Beitrag werden das Projekt inhaltlich vorgestellt und Ergebnisse der Arbeitsgebiete präsentiert. Diese umfassen u. a. die Messung der akustischen Ausgangsleistung der Wandler und der Schalldruckverteilung in HITU-Feldern sowie die Entwicklung von thermischen Phantomen als Voraussetzung zur Messung der Temperaturverteilung in Gewebe mit verschiedenen Modalitäten. Die Ergebnisse des Projektes sind von Bedeutung für die internationale Normung, die Geräteentwicklung und nicht zuletzt für Therapieplanung und Patientensicherheit.

Do. 10:10 Grashof C 212

Ultraschall II

Ein faseroptischer Verschiebungssensor zur Charakterisierung und Quantifizierung von hochintensiven Ultraschallfeldern

J. Haller, K.-V. Jenderka und C. Koch

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

In den letzten Jahren ist in der Tumor-Therapie ein stetiger Anstieg der Anzahl an HITU-Behandlungen (HITU- High Intensity Therapeutic Ultrasound) zu beobachten, bei denen ein stark fokussierter Ultraschallstrahl malignes Gewebe erwärmt und dadurch nekrotisiert. Für die Therapieplanung einer möglichst wirkungsvollen und zugleich für gesundes Gewebe ungefährlichen Behandlung ist eine genaue Kenntnis der angewandten HITU-Felder unerlässlich. Dabei erfordern die in einem stark fokussierten Bereich auftretenden hohen Drücke und Temperaturen Sensoren, die sowohl möglichst klein als auch extrem widerstandsfähig sind. In diesem Beitrag wird ein auf heterodyner Interferometrie basierender faseroptischer Verschiebungssensor vorgestellt, der diese Anforderungen erfüllen kann. Es wird gezeigt, dass die erhaltenen Ergebnisse gut mit denen kalibrierter piezoelektrischer Hydrophone übereinstimmen und erste Ergebnisse von Messungen in HITU-Feldern werden präsentiert. Weiterhin werden relevante Charakteristika dieser Messmethode wie der Frequenzgang, die Empfindlichkeit, die Widerstandsfähigkeit und das Signal-zu-Rausch-Verhältnis mit denen anderer optischer und piezoelektrischer Messsysteme verglichen.

Do. 14:00 Grashof C 212

Ultraschall II

Hydrophile Kavitationskeime

W. Eisenmenger^a und R. Pecha^b

^a 1. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart; ^b RP acoustics e.K.

Kavitationskeime sind nanoskopische bzw. mikroskopische Schwebeteilchen in Flüssigkeiten, die bei Unterdruck zur Dampfblasenbildung führen. Bei der Ultraschallkavitation in Wasser werden insbesondere hydrophobe Keime diskutiert, die durch Oberflächenspalte oder Rauigkeiten Gastaschen stabilisieren können. Beobachtung von Kavitation

in hochreinem Trinkwasser bei Ultraschall- und Stoßwellenexperimenten lässt es jedoch als fraglich erscheinen, ob Kavitationskeime der genannten Art hier wirksam sind. Desgleichen fehlt für die vielfältige Beobachtung der Kavitation in nicht wässerigen Flüssigkeiten eine Erklärung durch ähnliche Mechanismen einer Gasblasenstabilisierung. Auf diese Situation wurde bereits durch R.T.J. Hayward im Jahre 1970 hingewiesen. Ein erster Vorschlag für einen neuen Kavitationsmechanismus erfolgte auf Grund der Beobachtung der Kavitation durch Stoßwellen in entgastem Trinkwasser, die durch Zugabe von Essigsäure weitgehend unterdrückt werden konnte. Im Trinkwasser kommen Calcite in Form nanoskopischer Schwebeteilchen als Kavitationskeime in Betracht. Diese werden durch Essigsäure gelöst. Ebenso wurde Kavitationsauslösung durch Gipspartikel beobachtet. Auf Grund der hydrophilen Eigenschaften kann in beiden Fällen die Stabilisierung von Gasblasen in entgastem Wasser ausgeschlossen werden. Stattdessen wurde ein Modell der Kavitationsblasenbildung durch Aufreißen von Mikrorissen (Griffith-Rissen) der Festkörperpartikel in der Unterdruckphase vorgeschlagen. Es wird im Vortrag über weitere Kavitationsexperimente im Zusammenhang mit diesem Modell berichtet.

Do. 14:25 Grashof C 212

Ultraschall II

Einsatz von Luftultraschall-Sensoren mit geringer akustischer Impedanz

M. Gaal, J. Döring, J. Bartusch und G. Brekow

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin

Einer der Schwerpunkte bei der Entwicklung von Luftultraschall-Sensoren ist die Impedanzanpassung an das Medium Luft. Trotz vieler Arbeiten auf diesem Gebiet und ungeachtet der mit den Lambda-Viertel-Schichten verbundenen Nachteile werden sie zur Anpassung an Luft am häufigsten eingesetzt. Einen neuartigen Ansatz zur Überwindung dieses Problems für den Bau von Luftschall-Sensoren liefern piezoelektrische Kunststoff-Schaumfolien. Ihre geringe Schallgeschwindigkeit und Dichte bewirken eine sehr niedrige akustische Impedanz und liefern damit die Voraussetzung für sehr kurze (breitbandige) Prüfpulse. Ein Vergleich der verschiedenen Methoden zur Impedanzanpassung, wie die erwähnten Anpassschichten, die Erhöhung der Luftdichte und die Verwendung von CMUTs (capacitive micromachined ultrasonic transducers) belegt die Vorzüge der Schaumfolien für die zerstörungsfreie Prüfung.

Donnerstag

Ultraschall II (Poster)

Interfaceschaltung für einen simultanen Sende- und Empfangsbetrieb mit einem einzelnen Ultraschallwandler

A. Schröder und B. Henning

Universität Paderborn, EIM-E, Elektrische Messtechnik

In einigen Bereichen der Ultraschallmesstechnik ist es notwendig während des Sendens gleichzeitig zu empfangen. Dadurch ist es z.B. möglich, sehr kurze Entfernungen zu messen. Bei dem gleichzeitigen Betrieb

mehrere Schallwandler können kodierte Bursts verwendet werden, um die einzelnen Empfangssignale gut unterscheiden zu können, ohne dabei die Totzone des Systems zu vergrößern.

In der Literatur sind mehrere Ansätze beschrieben um einen gleichzeitigen Sende- und Empfangsbetrieb zu realisieren. Dabei wird das am Schallwandler anliegende elektrische Sendesignal kompensiert, so dass im Idealfall nur noch das elektrische Empfangssignal übrig bleibt. Für die Erzeugung dieses Kompensationssignals werden diskret aufgebaute Modelle oder einstellbare Phasenschieber eingesetzt [1]. Der Nachteil dieser Lösung besteht in der geringen möglichen Modellordnung sowie in der eingeschränkten Adaptierbarkeit der Modelle. In diesem Beitrag erfolgt die Kompensationssignalerzeugung daher digital über ein mathematisches Modell und wird mittels eines Digital-Analog-Umsetzers an die Interfaceschaltung angekoppelt. Zur Evaluation des Konzeptes kommt ein Laboraufbau zu Burst-Echo-Messung zum Einsatz, mit dem Messungen mit verschiedenen Konfigurationen der Schaltung durchgeführt und abschließend verglichen werden.

[1] A. Schröder, C. Hoof, B. Henning; "Ultrasonic transducer interface-circuit for simultaneous transmitting and receiving", 9th International Conference on Electronic Measurement & Instruments-ICEMI '2009, Beijing, China, 16.08. -18.09.2009, Proceedings.

Donnerstag

Ultraschall II (Poster)

Entwicklung und Parametrisierung eines Mode-Tracing Algorithmus für halbanalytische Solver

F. Bause, J. Rautenberg und B. Henning

Universität Paderborn, EIM-E, Elektrische Messtechnik

Die Berechnung und Simulation geführter akustischer Wellen in mehrschichtigen längshomogenen Wellenleitern ist ein wichtiges Modellierungswerkzeug. Da rein analytische Lösungsansätze schnell an ihre Grenzen stoßen, werden numerische oder halbanalytische Methoden zur Erzeugung der die Wellenausbreitung beschreibenden Dispersionsdiagramme eingesetzt [1]. Eine Erweiterung dieser Methoden zur gezielten Beschreibung ausgesuchter Moden im Wellenleiter ist das so genannte Mode-Tracing, welches, ausgehend von existierenden Lösungen des Problems, den Suchraum für weitere Lösungen einschränkt und so nur eine Teilmenge der Gesamtlösungsmenge, nämlich nur den Verlauf der gesuchten Mode, berechnet.

Vorgestellt werden soll ein Mode-Tracing Algorithmus mit halbanalytischem Solver und dessen Parametrisierung. Ziel ist es, methodikbasierte Probleme, wie das Zusammenlaufen von Moden, durch das mehrfache Finden von Lösungen an Mode-Kreuzungspunkten zu unterdrücken, das Ausbleiben von Lösungen im prädiktierten Suchraum zu behandeln und die Schrittweite der Suchraumbegrenzung trotzdem möglichst groß zu wählen, um die Rechenzeit klein zu halten.

Der Problemlösungsansatz beinhaltet die Abhängigkeit der Suchraumbegrenzung bezüglich der Wellenzahl von der aktuellen Phasen- und

Gruppengeschwindigkeit und die Adaption der Schrittweite. Die Suchraumbegrenzung bezüglich der Frequenz wird mit Hilfe eines Prädiktors und vorgegebenen Toleranzgrenzen realisiert.

[1] F. Seco e.a.: PCDISP: A tool for the simulation of wave propagation in cylindrical waveguides. 9th International Congress on Sound and Vibration, Florida (2002)

Donnerstag

Ultraschall II (Poster)

Richtungs- und frequenz aufgelöste Bestimmung laser-akustisch angeregter Schallfelder in Fluiden

T. Windisch^a, F. Schubert^b und B. Koehler^b

^a*TU Dresden / Fraunhofer IZFP-D*; ^b*Fraunhofer IZFP-D, Dresden*

In transparenten Medien lässt sich mit Hilfe der Lasertechnik Energie räumlich sowie zeitlich extrem komprimiert deponieren. Als Folge dessen erhält man eine breitbandige Quelle für Ultraschall, die in gleicher Weise lokal höchst konzentriert ist. Zusätzlich sind derartige "Schallwandler" ausschließlich zum Zeitpunkt der Quellwirkung im Ausbreitungsmedium existent. Als besonders Merkmal und im Gegensatz zu üblichen Wandlern, die stets akustisch gekoppelt bleiben oder eine Inhomogenität im Ausbreitungsmedium darstellen, beeinflussen laser-akustische Quellen das Wellenfeld nachträglich jedoch nicht. Einen Schwerpunkt der Präsentation bildet die Vermessung des Schallfeldes laser-akustischer Quellen in Fluiden. Unter Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Parameter auf die Schallfeldverteilung werden einige Anwendungen vorgestellt. Besonders in der medizinischen Diagnose sind Methoden gefordert, die eine möglichst geringe Belastung für die Patienten darstellen. Hier bietet sich diese Technik durch die Möglichkeit der vollkommen berührungslosen Arbeitsweise besonders an. Darüber hinaus eröffnet die außerordentlich hohe Breitbandigkeit bis in den mittleren MHz-Bereich hinein bei gleichzeitiger lokaler Konzentration in der Größenordnung einiger μm weitere Anwendungsfelder die ebenso zur Diskussion gestellt werden.

Do. 8:30 Grashof C 215

Elektroakustik

Elektretwandler zur Messung von Beschleunigungen und Körperschall

J. Hillenbrand, T. Motz, Y. Garcin und G.M. Sessler

TU Darmstadt, Institut für Nachrichtentechnik

Trotz ihres einfachen Aufbaus zeichnen sich Elektretmikrofone durch ihre sehr guten akustischen Eigenschaften aus. Daher wurden kürzlich Beschleunigungsaufnehmer entwickelt, die auf dem Wandlerprinzip der Elektretmikrofone basieren. Die Mikrofonmembran wurde dabei durch eine metallische seismische Masse ersetzt und der Abstandsring aus einem weichen zellularen Polymer angefertigt. Des Weiteren wurde auf einen integrierten Feldeffekttransistor verzichtet und die erzeugte Ladung mittels eines externen Ladungsverstärkers gemessen. Die dynamische Charakterisierung dieser Beschleunigungsaufnehmer erfolgte mittels eines elektrodynamischen Schwingungserregers im Frequenzbereich von 10 Hz bis 5 kHz. Aufnehmer mit seismischen Massen von 5 g bis 22 g wurden untersucht. Typische Empfindlichkeiten bei einer Frequenz von 100 Hz und einer seismischen Masse von 8 g betrugen dabei $4 \text{ pC} \cdot \text{s}^2/\text{m}$ bei einer Resonanzfrequenz von 2 kHz. Da die untersuchten Elektretwandler auch bei extrem niedrigen Frequenzen eingesetzt werden können, wurden statische Beschleunigungen durch das Aufbringen von Gewichten simuliert. Es ergaben sich dabei quasistatische Empfindlichkeiten von typisch $7 \text{ pC} \cdot \text{s}^2/\text{m}$ für eine seismische Masse von 8 g. Der im Vergleich zu 100 Hz höhere quasistatische Wert erklärt sich aus der Frequenzabhängigkeit des E-Moduls des Abstandsringes.

Do. 8:55 Grashof C 215

Elektroakustik

Untersuchungen zur 'Hörschwelle'- Mithörschwelle von Mikrofon-aufnahmen

D. Richter

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkomm.

Mikrofonhersteller geben für ihre Mikrofone neben dem Übertragungsfaktor den äquivalenten Störschalldruckpegel an. Er charakterisiert das Eigenrauschen des Mikrofons. Es besteht häufig die falsche Auffassung, dass ein Mikrofon mit einer Angabe des äquivalenten Störschalldruckpegels von z.B. 7dBA "schlechter" als das menschliche Ohr ist. Der vorgesehene Beitrag untersucht den Zusammenhang zwischen dem äquivalenten Störschalldruckpegel und der Verbesserung der "Hörschwelle" durch rauscharme Mikrofone in Verbindung mit elektroakustischen Systemen. Es zeigt sich, dass mit rauscharmen Mikrofonen durchaus schwache akustische Signale mit einem Schalldruckpegel von unter 0dB

hörbar gemacht werden können. Werden Mikrofonssignale verstärkt, erhält man ein Signalgemisch aus Nutzsignal und Rauschen. Psychoakustische Verdeckungseffekte bewirken, dass für die Wahrnehmung veräuschter Signale nicht die Hörschwelle, sondern die Mithörschwelle betrachtet werden muss. Zusätzlich werden aus dem Bereich der akustischen Messtechnik Beispiele vorgestellt, bei denen durch moderne Signalverarbeitungsverfahren akustische Signale mit einem Schalldruckpegel von weit unter 0dB gemessen werden können. Neben dem Eigenrauschen der Mikrofone bestimmt die zur Messung notwendige Messzeit maßgeblich die untere zu messende Pegelgrenze.

Do. 9:20 Grashof C 215

Elektroakustik

Analyse von Bändchenmikrofon-Ausgangsübertragern und ihrem Einfluss auf den Klang des Mikrofons

D. Leckschat und J. David

Fachhochschule Düsseldorf

Im Rahmen der vorgestellten Studie wurden mehrere Übertrager zur ausgangsseitigen Anpassung von Bändchenmikrofonen, die eine sehr niederohmige Spannungsquelle darstellen, untersucht. Das Bändchen als elektroakustischer Wandler, der Übertrager und die Abschlußimpedanz interagieren in hohem Maße, da alle Impedanzen komplex sind. An elektroakustische oder rein elektrische Messungen an solchen Systemen müssen hohe Anforderungen gestellt werden, da einerseits mit sehr kleinen Signalpegeln gearbeitet werden muss und dennoch eine hohe Auflösung etwa bei Klirverzerrungen erforderlich ist. Im Vortrag wird eine Messmethode vorgestellt und die Ergebnisse gezeigt. Aus den Übertragungseigenschaften werden Qualitätsparameter abgeleitet, deren Relevanz im Sinne des Einflusses auf den Mikrofonklang in einem Hörversuch untersucht wurde. Die Ergebnisse der Hörversuche werden ebenfalls vorgestellt.

Do. 9:45 Grashof C 215

Elektroakustik

Maximaler Schalldruckpegel von portablen Abspielgeräten

G. Krump

Hochschule Deggendorf

Durch Digitalisierung und Komprimierung von Musik gewinnen portable Abspielgeräte wie Discman, Handy und mp3-Player zunehmend an Bedeutung. Da die Geräte in Verbindung mit Kopfhörern vielfach in lauter Umgebung verwendet werden, sind vor allem jugendliche Benutzer geneigt, höhere Abhörpegel einzustellen. Um Gehörschäden hierdurch zu vermeiden, wurde in der EN 50332 für diese Geräte ein maximaler Schalldruckpegel von 100 dB vorgeschrieben. In der vorliegenden Untersuchung wurde bei 19 Geräten unterschiedlicher Hersteller die Einhaltung dieses Maximalpegels überprüft und die übliche Abhörlautstärke

von programmsimulierendem Rauschen und Musik ermittelt. Ein Fragebogen gab unter anderem Aufschluss über Hörgewohnheiten, Einwirkungsdauer und Lautstärkeempfindung. Die Ergebnisse werden im Vergleich zu Literaturdaten dargestellt.

Do. 10:10 Grashof C 215

Elektroakustik

Windbedingte Strömungsgeräusche an Kopfhörern

H. Haut

Universität Oldenburg

Der Konsum von Audiomaterial über Kopfhörer in der Freizeit und beim Sport hat spätestens seit Einführung der mp3-Player immens an Bedeutung gewonnen. Möchte man Musik über Kopfhörer beim Fahrradfahren oder joggen genießen, so stören häufig Windgeräusche die Wiedergabe. Diese Geräusche entstehen durch den Luftstrom, der das Ohr umwirbelt und das wiedergegebene Material verdeckt. Messungen an Versuchspersonen im akustischen Windkanal der Universität Oldenburg mit verschiedenen Kopfhörertypen (in-Ohr, supra- & circumaural) zeigen, wie unterschiedliche Kopfhörer Strömungsgeräusche verursachen, bzw. beeinflussen. Es wurden auch die Strömungsgeräusche im Ohr ohne Kopfhörerbedeckung gemessen.

Do. 14:00 Grashof C 215

Elektroakustik

Wahrnehmbarkeit von Unterschieden amplituden- und phasengangslinearisierter Hochtontreiber

A. Rotter und A. Lindau

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Aktive Zweiwegssysteme bei Studiomonitoren weisen oft vergleichbare technische Daten auf. Ein Alleinstellungsmerkmal versprechen sich Hersteller daher häufig von der Verwendung spezieller, teilweise exotischer Hochtontreibertechnologien. Um die Hörbarkeit von mutmaßlich auf das Hochtontantriebsprinzip an sich zurückführbaren Klangunterschieden zu untersuchen, wurden zunächst sechs repräsentative Hochtontonsysteme mit unterschiedlichen Wirkprinzipien, Materialien und Geometrien (Seidenkalotte, Aluminiumkalotte, Radialstrahler, Magnetostat, Bändchenhochtöner, Air Motion Transformer) ausgewählt. Zur Eliminierung akustischer Einflüsse, die nicht auf Geometrie und Antriebsprinzip des Treibers zurückführbar sind, wie z.B. eine positionsbedingte Lautsprecher-Raum-Interaktion, Richtwirkungs- oder Gehäuseeffekte, wurden die Hochtöner zusammen mit einem immer gleichen 7"-Tieftöner in einer quasiunendlichen Schallwand im reflexionsarmen Raum betrieben und durch ein FIR-Filter möglichst perfekt nach Amplituden- und Phasengang linearisiert. Mit einem bewegungsgesteuerten Kunstkopf wurden binaurale Impulsantworten für horizontale Kopfbewegungen von Stereoanordnungen der so entzerrten Zweiwegssysteme vermessen. In ABX-Versuchen wurden die dynamischen binauralen Lautsprechersimulationen schließlich auf die Hörbarkeit von Unterschieden hin untersucht.

Die Ergebnisse geben einerseits Aufschluss über den Höreindruck von unterschiedlichen Treibertechnologien jenseits von Amplitude und Phase, andererseits über die Leistungsfähigkeit einer FIR-Entzerrung in der praktischen Anwendung.

Do. 14:25 Grashof C 215

Elektroakustik

Monitor loudspeaker with active bass reflex principle

D. Sukalo

DSL-Device Solution Laboratory

The present paper is concerned with a filter design for driving a two speaker drive units in an appropriate phase relationship in the low frequency region, by means of implementing of the dynamic push-pull (DPP-) drive introduced by the patent [1] in 2005. Especially in situations in which a port would be inconveniently sized (usually too long for practical small box design) a passive radiator can be used. The active bass reflex design intends the substitute of a passive radiator by an "active driver" (CS). The drive units CW and CS build DPP-drive and provide a substantially better dynamic properties of the springmass system [2]. This results in a better bass response shape and capabilities of the drive units. For this reason, the monitor loudspeaker with active bass reflex principle can reproduce low frequency in a better way than that of an equally sized vented box.

Do. 14:50 Grashof C 215

Elektroakustik

Welche Lautsprecherdaten werden für eine aussagekräftige Simulation benötigt

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

^aIFAA, Herzogenrath; ^bIFAA, Würselen; ^cIFAA / TAC, Korschenbroich

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.

Do. 15:15 Grashof C 215

Elektroakustik

Linearphasiges Filterdesign für Lautsprecher und die daraus resultierenden LatenzenM. Makarski^a, A. Goertz^b und A. Schmitz^c^aIFAA, Würselen; ^bIFAA, Herzogenrath; ^cIFAA / TAC, Korschenbroich

Einen Lautsprecher durch entsprechende Filterungen als linearphasiges Gesamtsystem zu gestalten ist mit Hilfe diverser Filterkonzepte möglich. Unterschiedliche Ansätze verwenden hierzu FIR-, IIR- oder auch gemischte Filterformen. Je nach Ausführung, betrachtetem Frequenzbereich und der erreichbaren Genauigkeit verursachen diese Filter jedoch mehr oder weniger große Latenzen. Viele Anwendungen in Studios oder auch im Live-Bereich erzwingen für die Latenz einen sehr niedrigen Wert von 10 ms oder weniger. Dieser Beitrag befasst sich mit unterschiedlichen Ansätzen zur Findung eines optimalen Kompromisses zwischen Linearphasigkeit und Latenz und zeigt auf, welche Möglichkeiten auch bei nur sehr geringen zulässigen Latenzen schon bestehen dem gewünschten "Ideal" eines linearphasigen Lautsprechers möglichst nahe zu kommen.

Do. 15:40 Grashof C 215

Elektroakustik

Planung und Simulation von Beschallungsanlagen für KirchengebäudeA. Schmitz^a, A. Goertz^b und M. Makarski^c^aIFAA / TAC, Korschenbroich; ^bIFAA, Herzogenrath; ^cIFAA, Würselen

Viele Kirchen erfordern aufgrund ihrer extremen raumakustischen Verhältnisse für die Realisierung einer hinreichenden Sprachverständlichkeit den Einsatz einer Lautsprecheranlage. An die Lautsprecher wird heutzutage der Anspruch gestellt, dass sich das Abstrahlverhalten exakt für die jeweilige räumliche Beschallungszone anpassen läßt. Gleichzeitig gilt es aber auch bauseitige Vorgaben wie den Denkmalschutz zu beachten. Fast immer besteht der Wunsch die Lautsprecher optisch unauffällig in das Gebäude zu integrieren. Traditionell werden in Kirchen bevorzugt Zeilenlautsprecher eingesetzt, die in den letzten 10-15 Jahren durch moderne DSP-Technik eine große Renaissance erlebt haben. Die mit der DSP-Technik möglichen individuellen Einstellung des Öffnungs- und Neigungswinkels der Schallabstrahlung sowie die Möglichkeit mehrere "Beams" mit einer Zeile zu erzeugen, bieten viele neue Perspektiven, stellen den Planer aber auch vor neue Herausforderungen. Dieser Vortrag beschäftigt sich mit den Voraussetzungen für eine aussagekräftige und belastbare Simulation im Hinblick auf die Darstellung der Lautsprecher und die Parametrierung des Rechenalgorithmus. Es werden typische Beschallungskonzepte vorgestellt sowie deren Grenzen diskutiert. Abschließend wird ein Vergleich mittels Simulationen zwischen DSP-gesteuerten und herkömmlichen passiven Zeilen angestellt.

Do. 16:05 Grashof C 215

Elektroakustik

Messung der Kenngrößen von elektroakustischen Wandlern ohne akustischen SensorO. Leonhardt^{a,b} und W. Klippel^{a,b}^aKLIPPEL GmbH; ^bTU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Die Bestimmung von Kennwerten und Messkurven elektroakustischer Wandler unterliegt bei akustischen Messungen stets den Messbedingungen und Umgebungseinflüssen (Raum, Reflektionen, Rauschen, etc.). Die Minimierung dieser Einflüsse würde den Bau genormter Messräume erfordern, womit hohe Kosten verbunden sind.

Es werden Methoden vorgestellt, mit denen durch eine Messung von ausschließlich elektrischen und mechanischen Signalen (Impedanzmessung und Lasermessung) die wichtigsten Lautsprecherkenngrößen ermittelt werden. Dies erfordert keinen akustischen Spezialraum und unterdrückt akustische Störungen. Durch eine vollautomatisierte Messung der Schwingungen an verschiedenen Membranpunkten können die linearen Kleinsignalparameter (Thiele/Small) präziser bestimmt werden. Hierbei wird die zeitliche Mittelung durch eine örtliche Mittelung ersetzt und der Einfluss von unsymmetrischen Schwingungsformen kompensiert. Insbesondere kleine Telekommunikationslautsprecher profitieren von dieser Methode, bei denen konventionelle Messverfahren wie die Zusatzmassenmethode nicht mehr anwendbar sind. Ebenso wird ein neues Verfahren zur Bestimmung der effektiv abstrahlenden Fläche vorgestellt, welches auch für kleinste Geometrien eine hohe Genauigkeit verspricht. Zugrundeliegende Daten der schwingenden Oberfläche des Lautsprechers ermöglichen zudem die Berechnung der abgestrahlten Schallleistung und des Richtwirkungsmaßes. Die neuen Verfahren wurden mit konventionellen Methoden verglichen und die Genauigkeit und Wiederholbarkeit untersucht.

Do. 16:30 Grashof C 215

Elektroakustik

Schnelle Lautsprecherdiagnose am ProduktionsbandC. Rückert^{a,b} und W. Klippel^{a,b}^aKLIPPEL GmbH; ^bTU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Während des Produktionsprozesses von Lautsprechern können viele Fehler auftreten.

Bei der konventionellen Qualitätssicherung werden die Lautsprecher subjektiv bewertet und/oder objektive Messergebnisse mit einer Referenzmessung verglichen und anhand von hörbaren Defekten und messbaren Abweichungen einfache "IO/NIO"-Entscheidungen getroffen. Die QC-Statistik speichert lediglich welches Limit verletzt wurde. Nur gut geschulte Arbeiter können aus den Messergebnissen auf die physikalische Ursache schließen und Maßnahmen zur Beseitigung ergreifen.

Dieses Expertenwissen soll in das Messsystem integriert werden, um eine automatische Interpretation und Diagnose zu ermöglichen. Das Expertensystem klassifiziert die wichtigsten Lautsprecherdefekte (z.B. reibende Schwingspule, schwingende Teile, Fremdkörper, Strömungsgeräusche, ...). Hierbei werden neue Merkmale (Periodizität, Determiniertheit) mit Hilfe neuer Analyseverfahren aus den gemessenen akustischen und elektrischen Signalen gewonnen. Mit Hilfe einer Fuzzylogik werden relevante Merkmale kombiniert und Zugehörigkeit zu einer Fehlerklasse bestimmt, die die physikalische Ursache für den Bediener verständlich beschreibt. Nun kann schnell und gezielt im Produktionsprozess eingegriffen werden, bevor weitere defekte Produkte produziert werden.

Do. 16:55 Grashof C 215

Elektroakustik

Investigation of Indoor Performance of Bass Directivity Control Techniques

E. Shabalina

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The paper deals with operation of subwoofers in large sound reinforcement systems indoors. Providing an even SPL distribution in low frequency domain in a room can be quite challenging due to room modes, low directivity of subwoofers and strong interference between single loudspeakers. Bass directivity control techniques which are used at open-air events may not always be suitable for indoor applications though can bring some advantages. The paper will describe the performance of several common setups of subwoofers in two different halls, more and less reverberant. The source/room interaction is discussed, measurement results are presented, and procedure of evaluation of room characteristics is proposed.

Donnerstag

Elektroakustik (Poster)

Digitale Signalverarbeitung für Mikrofone

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

^aIngenieurbüro Akustik & Audiotechnik; ^bSonotec Ultraschallsensorik GmbH; ^cTU Ilmenau, Institut für Medientechnik

Die Gestaltung der Übertragungseigenschaften von Mikrofonen erfolgt in der Regel durch analoge Signalverarbeitung entweder auf der akustischen oder auf der elektrischen Seite. Im Beitrag wird zunächst ein Verfahren beschrieben, mit dem das analoge Ausgangssignal eines Mikrofons durch eine Kombination von linearer und nichtlinearer Analog-Digital-Umsetzung in die digitale Domäne überführt werden kann. Danach wird gezeigt, wie sich durch Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung das Übertragungsverhalten von Einkapselssystemen in Abhängigkeit vom einwirkenden Schallfeld verbessern lässt, und wie bei einem Doppelkapsel- und einem Zeilenmikrofon das Richtverhalten gesteuert werden kann. Der Beitrag endet mit einem Ausblick auf Implementierungsaspekte eines Mikrofons mit digitaler Signalverarbeitung in das Gesamtkonzept eines Übertragungs- bzw. Messsystems.

Do. 8:30 Bauwesen H1

Bauakustik II

Schalldämmung von Fugen und SchlittenB. Saß*ift Schallschutzzentrum, Rosenheim*

Ein wichtiges Kriterium zur Bewertung der Schalldämmung von Bauelementen wie Fenstern und Türen ist die Dichtigkeit der Einbaufuge, also der Übergang zwischen Bauteil und umgebendem Baukörper. Funktionsfugen im offenbaren Bereich eines Fensters oder einer Tür gehören auch in diese Betrachtung, auch wenn sie bei der Prüfung im betriebsfertigen Zustand in aller Regel mit berücksichtigt werden.

Eine Möglichkeit die Schallübertragung durch Fugen zu beschreiben ist das Fugenschalldämm-Maß, das als besondere Kenngröße auf die Fugenlänge bezogen angegeben wird. Anwendung findet es bereits in EN 12354-3 Anhang B. Zur Bestimmung des Fugenschalldämm-Maßes wendet das ift ein spezielles Prüfverfahren an, das bereits in früheren Beiträgen vorgestellt worden ist. Der Beitrag zeigt neuere Erkenntnisse aus der Prüftätigkeit und die zwischenzeitlich durchgeführten Arbeiten zur Einführung des Verfahrens in der nationalen und internationalen Normung.

Do. 8:55 Bauwesen H1

Bauakustik II

Akustisch optimierte Deckenauflagen für den HolzbauL. Weber und P. Uerlings*Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Die bei der Trittschalldämmung von Holzbalkendecken insbesondere im tieffrequenten Bereich vorhandenen Probleme sind ein bauakustisches Dauerthema. Zwar wurden inzwischen Deckenkonstruktionen entwickelt, die eine wesentlich verbesserte Trittschalldämmung aufweisen. Ihre Anwendung beschränkt sich jedoch vor allem auf Neubauten, da die erforderlichen baulichen Eingriffe bei der Altbausanierung im Allgemeinen einen zu hohen Aufwand erfordern. Für diesen Anwendungsfall wurden daher neuartige Schallschutzmaßnahmen entwickelt, die sich auf die Deckenauflage beschränken und daher auch bei der Sanierung verhältnismäßig einfach umzusetzen sind.

In dem Beitrag werden Messergebnisse präsentiert, die im Rahmen eines vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik, dem ift Rosenheim und der Technischen Universität München gemeinsam durchgeführten Forschungsvorhabens entstanden. Obgleich die entwickelten Maßnahmen verhältnismäßig einfach sind, wird eine Verbesserung der bewerteten Trittschallminderung in Höhe von jeweils etwa 5 - 6 dB erreicht. Neben den Forschungsergebnissen wird auch über den Aufbau und die Validierung der verwendeten Versuchsanordnung berichtet, die aus einem 1,0 m x 1,0 m großen Estrichteilstück in Verbindung mit einer genormten Holzbalkendecke bestand.

Do. 9:20 Bauwesen H1

Bauakustik II

Einfluss von Befestigungsmitteln auf die Schall-Längsleitung von MassivholzkonstruktionenF. Dolezal^a und T. Bednar^b^a*Holzforschung Austria;* ^b*TU Wien*

Wie ein an der Holzforschung Austria durchgeführtes Forschungsprojekt belegt, kann die vertikale Flankenübertragung durch abgestimmte elastische Zwischenschichten wirksam bedämpft werden. Eine Berechnung nach EN 12354 erscheint aufgrund des diffusen Schallfeldes innerhalb der Elemente zumindest bezüglich der Einzahlangaben möglich. Bei Betrachtung des kompletten Frequenzverlaufes werden relevante Abweichungen im mittleren Frequenzbereich erkennbar. Detaillierte Untersuchungen zum frequenzabhängigen Einfluss von handelsüblichen sowie akustisch optimierten Befestigungsmitteln wurden durchgeführt. Wie sich zeigt, werden effiziente, elastische Zwischenschichten durch Befestigungsmittel in Ihrer Wirkung stark beeinträchtigt, nicht jedoch durch den Einsatz schalltechnisch optimierter Varianten. Neben dem Nachweis der schalltechnischen Wirksamkeit werden die optimierten Befestigungsmittel auch statischen Vorversuchen unterzogen die zu teilweise überraschenden Ergebnissen führen. Aufgrund der fehlenden Eingangsdaten für die normgemäße Berechnung wird das Stoßstellendämm-Maß der befestigten Stoßstellensituation empirisch ermittelt, in das normgemäße Berechnungsverfahren eingesetzt und mit den Ergebnissen aus den Schallmessungen verglichen.

Do. 9:45 Bauwesen H1

Bauakustik II

Prognose der Schalldämmung von leichten TrennwändenA. Rabold^a, C. Wissel^b, U. Schanda^b und J. Hessinger^a^a*ift Schallschutzzentrum, Rosenheim;* ^b*Hochschule Rosenheim*

Leichte Trennwände weisen in der heutigen Baupraxis eine Vielzahl an Konstruktionsvarianten in der Ausführung der tragenden Elemente, der Hohlraumdämmungen und der Beplankungen auf. Aufgrund der Vielzahl von Varianten ist eine schalltechnische Beurteilung dieser Konstruktionen allein über Bauteilkataloge nicht befriedigend. Für den Planer wäre es vielmehr wünschenswert, die Schalldämmung seiner Konstruktion sowie den Einfluss von Konstruktionsmodifikationen berechnen zu können. Zur Berechnung der Schalldämmung von Holzständerwänden können in der einschlägigen Literatur viele unterschiedliche Modelle gefunden werden, deren Berechnungsergebnisse eine mehr oder weniger befriedigende Übereinstimmung mit Messergebnissen aufweisen. Diese Modelle sind jedoch meist auf einfache Konstruktionen ohne Zusatzmaßnahmen in Form von Installationsebenen oder zusätzlichen Beplankungen beschränkt, sodass eine Anwendung auf praxisübliche Trennwände nicht möglich ist. In diesem Beitrag wird auf Basis der vorliegenden Modelle aus der Literatur gezeigt, wie die Prognosegenauigkeit gesteigert und Zusatzmaßnahmen in Form von Installationsebenen oder

zusätzlichen Beplankungen in der Berechnung berücksichtigt werden können. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf Forschungsergebnissen des ift Schallschutzzentrums, Rosenheim und weiterführenden Arbeiten an der Hochschule Rosenheim.

Do. 10:10 Bauwesen H1

Bauakustik II

Akustischer Komfort in Bürogebäuden mit Glasdoppelfassaden

V. Huckemann^a, E. Borges Leao^b und M. Leao^a

^aTU Braunschweig, Inst. für Gebäude- und Solartechnik; ^bTU Braunschweig

In dem Projekt TwinSkin wurden am IGS neun Bürogebäude mit Glasdoppelfassaden (GDF) u.a. akustisch bewertet. GDF bieten gegenüber anderen Fassadenarten erhöhten Schallschutz vor von außen eindringendem Lärm. Zudem können bei GDF Fenster oder Türen in den Fassadenzwischenraum geöffnet werden, was möglicherweise den Nutzerkomfort erhöht, aber Fragen über die Beeinträchtigung des akustischen Komforts entstehen lässt. Ein Untersuchungsziel war es, die Bauschalldämm-Maße von GDF im erweiterten Frequenzbereich von 50 bis 5000 Hz zu analysieren. Die Messungen wurden nach DIN EN ISO 140-5 für die verschiedenen Betriebsbedingungen der Öffnungen durchgeführt und es wurden Einzahlangaben berechnet. Zusätzlich wurden jeweils alle Spektrum-Anpassungswerte (*C* und *C_{tr}*) ermittelt. Es wurde ein bemerkenswerter Einfluss des GDF-Designs auf die Schalldämmung gefunden. Die Ergebnisse zeigen ein hohes bewertetes Schalldämm-Maß von bis zu 60 dB, aber es wurden auch Ergebnisse von nur 35 dB und 40 dB gemessen. Mehrgeschossige Fassadenkonstruktionen weisen im Vergleich zu den anderen Arten von GDF eine bessere Schalldämmung auf, wobei im Durchschnitt 13 dB höhere Werte gefunden wurden. Ästhetische günstige Gestaltung der GDF kann jedoch auch negativen Einfluss auf die Schalldämmung haben.

Do. 14:00 Bauwesen H1

Bauakustik II

Analytische Herleitung von Anforderungen an den Luftschallschutz zwischen Räumen

W. Moll

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH

Vor dem Hintergrund der Auseinandersetzungen um die Höhe des Schallschutzes der zurzeit überarbeiteten DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" befasst sich der Autor kritisch mit der bisherigen Art der Festlegung bauakustischer Anforderungen. In Anbetracht der fehlenden physikalischen Legitimation dieser Anforderungen -früher an die Schalldämmwerte, jetzt an die Schallschutzwerte - schlägt der Verfasser die gezielte Berechnung der nachhallzeitbezogenen Schallschutzanforderungen vor, und zwar auf der Basis allgemein bekannter Ausgangsdaten, wie z. B. der Schallleistung der einzelnen Quellen, der Verdeckung durch den Grundpegel etc. Das Verfahren wird ausführlich erläutert und

beispielhaft erklärt. Für die Abstufungen Mindestschallschutz, erhöhter Schallschutz, hoher Schallschutz werden Basiswerte vorgeschlagen, die dann in die gezielte Bestimmung der Anforderungsgrößen einfließen.

Do. 14:25 Bauwesen H1

Bauakustik II

Ermittlung von Kopplungs- und Dämpfungsverlustfaktoren eines SEA-Systems mit der Power Injection Method

M. Schmelzer

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Die Nachhallzeit ist in der Bauakustik eine relevante Messgröße, die bei verschiedenen Messverfahren eingeht, wie z.B. der Schalldämmung oder der Körperschalleistung mittels der sog. Empfangsplattenmethode.

Selbst bei einzelnen Platten ist die Messung ihrer Nachhallzeit von der Anregungsart abhängig. Bei gekoppelten Systemen zeigen sich darüber hinaus Mess-Schwierigkeiten durch den bidirektionalen Energieaustausch zwischen den Teilsystemen.

Dadurch stellt sich die Frage, wie die Nachhallzeit bzw. die Dämpfungseigenschaften der Teilsysteme aus Messungen am Gesamtsystem ermittelt werden können. In Verbindung mit der statistischen Energieanalyse hat sich u.a. das Verfahren der Power Injection Method entwickelt. Den aktuellen Stand dessen Anwendung auf bauakustisch relevante Systeme stellt dieser Beitrag dar.

Do. 14:50 Bauwesen H1

Bauakustik II

Akustik von Membrankissen

M. Koehler, L. Weber und P. Leistner

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Membrankissen finden in zunehmendem Maße als Außenhülle von Bauten Verwendung, wobei ihre akustischen Eigenschaften die Nutzung der Räume in starkem Maße beeinflussen. Dies gilt auch deshalb, weil sich der Einsatz von Membrankissen vorwiegend auf Hallen, Atrien und andere große Aufenthaltsräume konzentriert, in denen spezifische akustische Anforderungen zu beachten sind. Im Vordergrund stehen die Schalldämmung der Hülle, Schallabsorption auf der Raumseite sowie Regengeräusche. Für alle drei Aspekte gilt gleichermaßen die Herausforderung, leichte Strukturen und transparente oder transluzente Flächengebilde so zu gestalten, dass ihre architektonische und bauphysikalische Integrität erhalten bleibt sowie eine angemessene akustische Situation im Raum entsteht.

In dem Beitrag wird über neue Forschungsergebnisse zu den oben genannten Themen berichtet. Bei der Schalldämmung können Asymmetrie und beschwerende Auflagen der Begrenzung durch die geringe Flächenmasse der Kissen entgegenwirken. Als aussichtsreich insbesondere bei tiefen Frequenzen erweisen sich aktive Akustikelemente. Die Schallabsorption der Kissen bei tiefen Frequenzen korrespondiert mit

ihrer Schalldurchlässigkeit und lässt sich durch das Vorspannen transparenter mikroperforierter Folien breitbandig regulieren. Von den denkbaren Möglichkeiten zur Regengeräuschminderung zeigen außen vorgespannte Gewebe die besten Ergebnisse, die zugleich weitere Funktionen, wie z. B. Beschattung, übernehmen können. Die entwickelten Werkzeuge sowie angepasste und validierte Messverfahren bieten eine profunde Grundlage zur akustischen Planung und Auslegung von Membrankonstruktionen.

Do. 15:15 Bauwesen H1

Bauakustik II

Audiometrieräume im Altbau - Anforderungen versus Aufwand

H. Seidler

Uniklinikum Dresden

Bei der Sanierung von Gebäuden im Universitätsklinikum Dresden sollten drei, unabhängig voneinander geplante Audiometrieräume für Messungen im Freifeld hergerichtet werden. Wegen der räumlichen und finanziellen Situation kamen in allen Fällen spezielle Audiometriekabinen nicht in Frage. Es wurde daher nach alternativen Lösungen gesucht.

Im Vordergrund der Planungen standen die bauakustischen Anforderungen ohne die Raumakustik zu vernachlässigen. Zunächst mussten die Zielkenngrößen der Räume im Spannungsfeld zwischen Nutzern, baulichen Gegebenheiten und Normung formuliert werden. Danach schloss sich die Auswahl geeigneter Konstruktionen in Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Planern an. Bei den Bauausführungen entstanden so sehr unterschiedliche Lösungen.

Anhand von Messergebnissen wird gezeigt, welche Resultate erzielt werden konnten und welche konstruktiven Lösungen fehlertolerant bei der Ausführung sind. Auf die problematischen Bereiche wird vertieft analysierend eingegangen.

Do. 15:40 Bauwesen H1

Bauakustik II

Prognose für die Schallübertragung von Heizungsanlagen in Gebäuden

A. Ruff, A. Mayr und H.-M. Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Zur Berechnung der Schallübertragung von haustechnischen Anlagen in Gebäuden steht seit kurzem die DIN EN 12354-5 zur Verfügung. Erfahrungen mit diesem Verfahren liegen bislang noch nicht vor. Zur Berechnung werden für die jeweiligen Schallquellen geeignete Eingangsdaten für deren Luftschall- und Körperschallerzeugung benötigt. Vor allem für den Körperschall sind solche Daten aber zurzeit noch nicht verfügbar. Die Bestimmung dieser Eingangsdaten kann am so genannten Empfangsplattenprüfstand nach DIN EN 15657-1 erfolgen. Eine repräsentative Auswahl von Gas- und Öl-Heizgeräten wurde als Körperschallquelle mittels der Empfangsplattenmethode charakterisiert. Die Anwendbarkeit dieses Verfahrens konnte für die untersuchten Heizgeräte durch die

messtechnische Bestimmung der Quell- und Strukturadmittanzen nachgewiesen werden. In definierten Übertragungssituationen in einem bauähnlichen Prüfstand und im Gebäude wurde die Schallübertragung der einzelnen Heizgeräte bei direkter, flankierender und diagonalen Übertragung untersucht. Mittels des nach DIN EN 12354-5 vorgesehenen Prognosemodells wurden die Schalldruckpegel in den jeweiligen Empfangsräumen für die untersuchten Übertragungswege mit den zuvor bestimmten Quelldaten der Heizgeräte als Eingangsdaten ermittelt. Im Anschluss daran konnten die tatsächlich im Gebäude gemessenen Schalldruckpegel mit den rechnerisch prognostizierten Schalldruckpegeln zur Validierung des Prognosemodells abgeglichen werden.

Do. 16:05 Bauwesen H1

Bauakustik II

Aktive Körperschallisolation bei haustechnischen Installationen

M. Späh

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Haustechnische Anlagen, wie z. B. Wasserinstallationen, erzeugen Geräusche, die als Körperschall in das Bauwerk eingeleitet und von dort in fremde Räume übertragen werden. Auch wenn die Geräusche in ihrer Lautstärke gering sein können, werden sie oft als äußerst störend empfunden. Daher werden wenn möglich elastische Zwischenlagen als passive Dämmelemente eingesetzt. Diese Elemente sind jedoch durch die vorhandene Masse-Feder-Resonanz in ihrer Wirksamkeit zu tiefen Frequenzen hin beschränkt. Außerdem bestehen oft statische Anforderungen an die Lagerung, so dass die akustische Wirkung erst bei mittleren und hohen Frequenzen zum Tragen kommt.

Da die Schalleinleitung im Wesentlichen durch Körperschallübertragung an den Befestigungselementen erfolgt, bietet es sich an, aktive Komponenten an den Kontaktpunkten einzusetzen, um die Körperschalleinleitung von Installationen speziell im tiefen Frequenzbereich zu verringern. In diesem Beitrag werden Untersuchungen an einem Modellaufbau vorgestellt, bei dem sowohl aktive als auch die Kombination von aktiven und passiven Maßnahmen vorgenommen wurden. Ziel ist es, einfache und robuste aktive Systeme zu entwickeln, die zur Körperschallisolation der Montage von haustechnischen Anlagen in Bauten eingesetzt werden können, so dass die Schalleinleitung auch im tieffrequenten Frequenzbereich deutlich reduziert wird.

Do. 16:30 Bauwesen H1

Bauakustik II

**Die Bedeutung der transversalen Anregung für die
Charakterisierung von Körperschallquellen in Gebäuden:
Verfahren und Messungen im Modellmaßstab**

M. Lievens*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

In der Bauakustik besteht der Wunsch, Körperschallquellen wie Waschmaschinen, Ventilatoren, Gasthermen o.ä. als Quellen so zu charakterisieren, dass eine Vorhersage der Leistungsübertragung im eingebauten Zustand möglich gemacht wird. Die Charakterisierung dieser Körperschallquellen kann theoretisch unter Berücksichtigung aller Freiheitsgrade geschehen: drei translatorische und drei rotatorische Komponenten. Dieser Ansatz ist mit extrem viel Aufwand und Fehleranfälligkeit verbunden, und ist zudem zu kompliziert für Anwendungen in der Bauakustik. Um eine quantitative Aussage über die Bedeutung der transversalen Komponenten machen zu können, wurde ein Messverfahren an einem Prüfstand im Modellmaßstab untersucht und mit idealen Quellen verifiziert. Messungen an einer exzentrischen Quelle im Modellmaßstab zeigen, dass die Genauigkeit nur geringfügig abnimmt, wenn nur die transversalen Komponenten berücksichtigt werden.

Do. 16:55 Bauwesen H1

Bauakustik II

**Die Bedeutung der transversalen Anregung für die
Charakterisierung von Körperschallquellen in Gebäuden:
Messungen im Prüfstand**

C. Höller und M. Lievens*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Das im Vortrag "Die Bedeutung der transversalen Anregung für die Charakterisierung von Körperschallquellen in Gebäuden: Verfahren und Messungen im Modellmaßstab" vorgestellte und bereits an einem Modell verifizierte Messverfahren wird nun an einer Quelle im realen Maßstab angewendet. Als Quelle dient eine Waschmaschine mit variabler exzentrischer Last, die auf einer Holzbalkendecke nach DIN 140-11 platziert wird. Eine Variation der Kopplung zwischen Maschine und Decke wird durch verschiedene Positionen und unterschiedliche Deckenbeläge ermöglicht. Hiermit wird geprüft, ob das Verfahren für die vorliegende Maschine unter verschiedenen Randbedingungen korrekte Ergebnisse liefert.

Do. 8:30 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Perceptual Comparison of Measured and Simulated Sound Fields in Small RoomsM. Aretz und L. Jauer*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Sound field simulations in small rooms, which are conducted by means of energy based geometrical acoustics simulation tools, generally suffer from a physically inaccurate representation of the low to mid frequency range where the sound field is dominated by just a few distinct eigenmodes. In order to alleviate this problem we developed a combined wave- and ray-based simulation approach, where the frequency range below the Schroeder frequency is simulated by a finite element approach (in order to realistically capture the model structure of the sound field) and the frequency range above is simulated using a hybrid geometrical acoustics approach. By means of extensive subjective listening tests the present study investigates if the presented combined approach yields "more realistic" simulation results than are obtained with purely geometrical acoustics simulation tools. We therefore carried out measurements and simulations in three differently sized small rooms with largely varied acoustic characteristics. In the listening tests a perceptual comparison of measured and simulated sound fields (both with the combined and a GA-only approach) was carried out, where the listeners were asked to assess the similarity between measured and differently simulated results as well as the perceived realism of the sound stimuli.

Do. 8:55 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Messtechnische Verifizierung eines datenbasierten binauralen SynthesystemsF. Völk*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Binaurale Syntheseverfahren zielen darauf ab, die Hörereignisse einer Referenzszene durch möglichst korrektes Einprägen der Schalldrucksignale an den Trommelfellen (der Ohrsignale), die in eben dieser Referenzszene auftreten würden, zu reproduzieren. Zu diesem Zweck müssen die Impulsantworten der beteiligten Systeme ermittelt oder angenähert werden. Vorhandene Verfahren können in Abhängigkeit des Ansatzes kategorisiert werden, der zur Gewinnung der Impulsantworten der Übertragungsstrecke von der Schallquelle zu den Trommelfellen (der sogenannten kopfbezogenen Impulsantworten) verfolgt wird. In datenbasierten Ansätzen wird versucht, die notwendigen Impulsantworten durch Messungen zu bestimmen, für modellbasierte Verfahren nutzt man Kenntnisse über die Ausbreitung von Schallfeldern um die interessierenden Impulsantworten zu synthetisieren.

In diesem Beitrag wird mittels Messungen der Impulsantworten eines datenbasierten binauralen Synthesystems die Korrektheit der erzeugten Ohrsignale geprüft. Abweichungen zwischen Synthese- und Referenzsituation werden, unter Berücksichtigung verschiedener Kopfhörertypen und -bauformen, vor allem auch im Hinblick auf die individuelle Wiedergabe und Aufnahme, diskutiert. Insbesondere wird dabei Augenmerk auf die Randbedingungen und Effekte gelegt, die die Messung kopfbezogener Impulsantworten mit Miniaturmikrophonen im blockierten Gehörgang mit sich bringt.

Do. 9:20 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Ein Echtzeitverfahren zur Individualisierung der dynamischen Binauralsynthese

R.J. Estrella Cazuriaga und A. Lindau

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Wie evaluierende Studien gezeigt haben, sind für die wesentlichsten verbleibenden perzeptiven Unterschiede beim direkten Vergleich von Auralisationen, welche auf mit einem *head and torso simulator* (HATS) vermessenen binauralen Raumimpulsantworten beruhen, und dem Höreindruck in realen akustischen Umgebungen individuelle anatomische Aspekte verantwortlich.

Dies betrifft sowohl Klangfarbenverfälschung als auch Lokalisationsfehler bei der Verwendung nicht-individueller, kopfbezogener Übertragungsfunktionen. Während sich erstere kaum auf verallgemeinerbare Weise korrigieren lassen, sind letztere im Wesentlichen auf fehlerhafte interaurale Laufzeitdifferenzen, verursacht durch Diskrepanzen bei den Kopfdurchmessern der verwendeten BRIR/HRTF-Datenbanken, zurückzuführen. Diese führen je nach Richtung der Fehlanpassung zu einem gleichsinnigen oder gegensinnigen "Mitlaufen" der Quelle bei horizontalen Kopfbewegungen.

Im Folgenden wird ein Algorithmus vorgestellt, der die artefaktfreie und echtzeitfähige Manipulation der interauralen Laufzeitdifferenz beliebiger BRIR/HRTF-Datensätze ermöglicht. Nach Extraktion der initialen Laufzeiten durch onset detection können diese durch ein variables Verzögerungsglied auf Basis von Abtastratenwandlung skalierbar wieder eingefügt werden. Damit wird ein wesentliches Artefakt der datenbasierten Binauralsynthese behoben. Messungen und Lokalisationsexperimente zeigen die perzeptive Fehlerfreiheit des Verfahrens.

In einer ersten Anwendung des Verfahrens wurde untersucht, mit welcher Genauigkeit Versuchspersonen ihre individuelle ITD (Hörversuch mit Herstellungsverfahren, AB-Vergleich mit einem realen Schallfeld) herstellen können. Zugleich wurden der Literatur entnehmbare anthropometrische Prädiktoren zur Vorhersage der persönlichen ITD auf ihre Anwendbarkeit geprüft.

Do. 9:45 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Frequenzgang-Individualisierung von virtuellen Lautsprecher-systemenM. Schöffler^a und W. Heß^b^a*M.Schöffler IT-Entwicklungen;* ^b*Harman/Becker*

Der Klang eines Lautsprechersystems kann am einfachsten über Kopfhörer, über den ein reales Lautsprechersystem nachgebildet wird, bewertet werden. Direktes Umschalten zwischen verschiedenen Einstellungen und der dadurch mögliche vorher/nachher Vergleich innerhalb von Millisekunden ermöglicht auch Laien ohne Gehörbildung eine intuitive und konsistente Klangbewertung. Für dieses Verfahren werden binaurale Raumimpulsantworten (BRIRs), die das Lautsprecher-(Raum) System vollständig charakterisieren, durch einen Kunstkopf unter Einbeziehung der Kopfdrehung gemessen. Zur Wiedergabe des virtuellen Lautsprechersystems über Kopfhörer wird eine Faltungsmaschine benutzt, in die die gemessenen Filterdatensätze geladen werden. Die in den Filtern enthaltenen Außenohr-Übertragungsfunktionen des Kunstkopfes entsprechen jedoch nicht exakt denen des (Zu-)Hörers, der anschließend über Kopfhörer hört. Durch die spektrale Angleichung der gefilterten Signale an ein Referenzsignal wird die Korrektur des Frequenzgangs erreicht. Die individuellen Lautheitskorrekturen, die in Hörversuchen von Probanden in Abhängigkeit von Frequenzband und Kopfdrehung vorgenommen wurden, werden hier vorgestellt.

Do. 10:10 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Zum Effekt der individuellen Kopfhörerkompensation in der dynamischen Binauralsynthese

F. Brinkmann und A. Lindau

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Wie zahlreiche Hörversuche gezeigt haben, sind klangfarbliche Abweichungen ein wesentliches subjektives Unterscheidungsmerkmal beim direkten Vergleich von auf Messungen basierenden binauralen Raumakustiksimulationen mit der akustischen Realität. Ursachen sind A) die Verwendung nichtindividueller kopfbezogener Impulsantworten bei der Aufnahme und B) die nichtindividuelle Kopfhörerkompensation bei der Wiedergabe. Da die Erhebung individueller, dynamischer binauraler Datensätze oft nicht praktikabel ist, haben die Autoren zunächst die Auswirkung individueller Kopfhörerkompensationen untersucht. Zur schnellen und gut reproduzierbaren Messung der individuellen Kopfhörer-Übertragungsfunktionen wurde ein Miniaturmikrofon-Verfahren zur Messung an einer definierten Position im geblockten Ohrkanal entwickelt. Die so erhaltenen Übertragungsfunktionen dienen als Ausgangspunkt zur Erstellung von Kompensationsfiltern durch LMS-Inversion mit Hochpass- Regularisierung - ein Verfahren, welches in einer früheren Studie die besten Ergebnisse lieferte. Der Einfluss der individuellen

Kompensation auf die perzeptive Qualität der Binauralsynthese wurde in einem ABC/HR-Hörversuch im direkten Vergleich mit der akustischen Realität evaluiert. Mit verschiedenen Stimuli wurde zudem der Einfluss der Kompensation fehlender Körperschallanregung durch eine Subwoofer, der Einfluss minimal- und linearphasiger Kompensationsfilter, sowie die Verwendung eines im Rahmen einer weiteren Studie speziell für die Binauralsynthese entwickelten Kopfhörers untersucht.

Do. 14:00 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Perzeptive Evaluation physikalischer Prädiktoren des Beginns des stochastischen Nachhalls in binauralen Raumimpulsantworten

L. Kosanke und A. Lindau

TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

In der Literatur finden sich verschiedene Kriterien für den Beginn des diffusen Nachhalls im Ausklang von Räumen, die zum Teil auf die Raumgeometrie, zum Teil auf statistische Eigenschaften gemessener Systemantworten Bezug nehmen. In der dynamischen Binauralsynthese werden diese Kriterien häufig als Prädiktoren für ein Zeitfenster verwendet, nach dem die richtungsabhängige Nachführung der binauralen Raumimpulsantworten (BRIRs) in eine richtungs- und ortsunspezifische, diffuse Nachhallsynthese überführt werden kann. Eine perzeptive Verifizierung dieser Maße für eine repräsentative Auswahl von Räumen und mittels dynamischer Binauralsynthese fehlte jedoch bisher. Zu diesem Zweck wurden - in einem 3x3-Design - in neun Räumen mit systematisch variierten Nachhallzeiten und Volumina binaurale Raumimpulsantworten für eine Empfänger- und zwei Quellpositionen vermessen. In einem adaptiven 3AFC-Schwellwertverfahren wurde untersucht, ab welchem Zeitpunkt die Überblendung des frühen Anteils einer BRIR in den diffusen Nachhall einer BRIR mit unterschiedlicher Einfallrichtung und unterschiedlicher Quellposition nicht mehr wahrnehmbar ist. Die Ergebnisse der Schwellwertversuche wurden deskriptiv und inferenzstatistisch ausgewertet. Zusammenhänge mit physikalischen Prädiktoren wurden mittels multipler Korrelations- und Regressionsrechnung untersucht.

Do. 14:25 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

OpenDAF - Ein freies quell-offenes Software-Paket für richtungsabhängige Audiodaten

F. Wefers

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Das *Open Directional Audio Format (OpenDAF)* ist ein neues, freies und quell-offenes Software-Paket für richtungsabhängige Audiodaten, wie beispielsweise Richtcharakteristiken von Schallquellen (Lautsprecher, Musikinstrumente) und Schallempfängern (Mikrofone, kopfbezogene Übertragungsfunktionen, HRIRs/HRTFs). *OpenDAF* erlaubt es, solche Daten in Form einer einzigen Datei (*.DAF) effizient zu speichern.

Unter der Bezeichnung Software-Paket vereinen sich in *OpenDAF* jenes definierte Dateiformat, eine C++-Software-Bibliothek zum Lesen richtungsabhängiger Audiodaten aus solchen DAF-Dateien, sowie Matlab-Skripte zum Erzeugen solcher aus Messdaten. Ergänzt wird das Paket durch weitere Werkzeuge, wie beispielsweise einem Viewer (DAFViewer) zur grafischen Anzeige von Richtcharakteristiken.

Mit *OpenDAF* wird das Ziel verfolgt, ein quell-offenes Format zu schaffen, welches den einfachen Austausch richtungsabhängiger Audiodaten ermöglicht und fördert. Entwickelt wurde *OpenDAF* am Institut für Technische Akustik (ITA) der RWTH Aachen im Kontext der Echtzeit-Auralisierung. Dementsprechend sind ein geringer Rechenaufwand und kleiner Speicherbedarf zentrale Entwurfsaspekte des Projekts.

In diesem Beitrag stellen wir das Software-Paket *OpenDAF* vor, erläutern die zugrunde liegenden Konzepte und Entwurfphilosophien und informieren über seine Funktionen.

Do. 14:50 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Robust Spatial Panning Functions for Nonuniform Loudspeaker Layouts

J.-M. Batke und F. Keiler

Thomson Corporate Research Hannover

Panning functions are required if several loudspeakers are used to synthesise an impinging wave front from an acoustic source for a distinct direction. To obtain such panning functions, various ways are described in the literature. Using a vector base related to a selection of loudspeakers in a distinct spatial direction results in the vector base amplitude panning (VBAP). This more heuristically driven technology uses pairs of loudspeakers in the 2-dimensional and triples in the 3-dimensional case. The physically driven approach considered in this contribution uses all available loudspeakers simultaneously, and the panning functions strongly depend on the chosen loudspeaker positions. If these positions are geometrically irregular (e.g. in the typical 5-channel surround sound setup), a straight forward calculation leads to directional errors as well as a non-uniform power distribution. Panning functions that avoid these problems are termed as robust.

All known robust panning function approaches from the literature describe 2-dimensional scenarios, whereas in this contribution a 3-dimensional scenario is considered. A least-squares pressure matching design is described using an irregular spatial loudspeaker setup. The results using this new 3-dimensional approach are compared with the VBAP system in an informal listening test.

Do. 15:15 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Reproduction of nearby sound sources using high-order Ambisonics: Implementation and evaluation

S. Favrot und J. Buchholz

Technical University of Denmark

A known challenge in loudspeaker-based auralization, such as wave-field synthesis (WFS) or high-order Ambisonics (HOA), is the reproduction of nearby sound sources. Considering a real sound source that moves closer than about 1 meter to a listener, a significant change in the wave curvature can be observed which in turn produces a significant increase in the interaural level differences. In order to accommodate for this near-field effect, a near-field coding (NFC) method has been previously proposed for HOA (Daniel, 23rd AES conference, 2003), which in theory allows the reproduction of sound sources that are significantly closer than the radius of the playback loudspeaker array. The purpose of the present study is: (1) to theoretically analyse the sound field of a point source reproduced with NFC-HOA as well as the resulting signals at the two ears of a listener, (2) to evaluate the limitations of this method when a real loudspeaker array in an acoustically damped room is considered, and (3) to perceptually evaluate the effect of an optimized NFC implementation on the apparent distance of a single point source in a real loudspeaker setup.

Do. 15:40 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Psychoakustische Experimente zur Distanz mittels Wellenfeldsynthese erzeugter Hörereignisse

F. Völk

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Wellenfeldsynthese ist ein Audio-Wiedergabeverfahren, motiviert durch das Ziel, das Schallfeld einer Referenzszene in einem begrenzten Volumen, dem Hörraum, vollständig korrekt zu synthetisieren. 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 Monopolquellen, basierend auf dem Kirchhoff-Helmholtz-Integral, möglich. Als Primärquellen werden häufig Monopolquellen verwendet, auch die Synthese ebener Wellenfronten ist möglich.

Für praktische Realisierungen verwendet man meist geschlossene Lautsprecherboxen statt der Monopolquellen, was zum einen zu Abweichungen des im Hörraum synthetisierten Wellenfeldes vom intendierten führt (da Lautsprecher weder Punktquellen sind noch kugelförmig abstrahlen), zum anderen Näherungen in der Herleitung der die Lautsprecher treibenden Signale erforderlich macht (da über die Abweichung vom Monopolcharakter hinaus mehrere Voraussetzungen des Kirchhoff-Helmholtz-Integrals nicht mehr gegeben sind).

Ob die durch Wellenfeldsynthese erzeugten Hörereignisse (selbst bei möglichst ausschließlicher Stimulation der auditiven Modalität) den in der Referenzszene auftretenden entsprechen ist aufgrund der genannten Abweichungen der Wellenfelder unklar. In diesem Beitrag werden die für ausgesuchte Realisierungen der Wellenfeldsynthese in psychoakustischen Experimenten ermittelten Distanzen von zu einzelnen Primärquellen (mit verschiedenen intendierten Abständen) korrespondierenden Hörereignissen diskutiert. Insbesondere werden dabei Abweichungen von für reale Quellen erwarteten Hörereigniseigenschaften betrachtet und mögliche Zusammenhänge zu Eigenschaften der Wellenfeldsynthese ermittelt.

Do. 16:05 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Perceptual Comparison of Wave Field Synthesis Implemented with Integer and Fractional Delays

J. Ahrens, M. Geier und S. Spors

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

The implementation of simple virtual source models like plane and spherical waves in wave field synthesis (WFS) employs delays which are applied to the input signals. These delays can take values which are not equal to integer multiples of the sampling interval on a time discrete system but require the application fractional delays. However, practical implementations typically apply delays equal to integer multiples of the sampling interval since these delays are computationally significantly more efficient than fractional delays. In this paper, we present a formal perceptual experiment comparing WFS implemented with integer and fractional delays.

Do. 16:30 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Überlegungen zu Möglichkeiten und Grenzen virtueller Wellenfeldsynthese

F. Völk, E. Faccinelli und H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Virtuelle Wellenfeldsynthese ist ein Verfahren zur dynamischen Berechnung der in Wellenfeldsyntheseszenarien auftretenden Ohrsignale mittels binauraler Raumsynthese. Dieses Verfahren kann Vorteile insbesondere für Entwicklungsarbeit und psychoakustische Forschung auf dem Gebiet der Wellenfeldsynthese bieten. Die technische Realisierbarkeit der virtuellen Wellenfeldsynthese wurde prinzipiell gezeigt, allerdings sind bislang die Bedingungen unklar, die es zu erfüllen gilt, um tatsächlich eine Simulation realer Wellenfeldsynthese zu erreichen.

In diesem Beitrag wird die virtuelle Wellenfeldsynthese einer systemtheoretischen Analyse unterworfen. Insbesondere liegt hier der Fokus auf den Randbedingungen, die die Gültigkeit der Betrachtungen sicherstellen. Basierend auf den Ergebnissen dieser Analyse werden, unter Berücksichtigung elektroakustischer Gesichtspunkte und der auf

dem Kirchhoff-Helmholtz-Integral aufbauenden Herleitung der Wellenfeldsynthese, prinzipielle Möglichkeiten und Grenzen der virtuellen Wellenfeldsynthese diskutiert.

Do. 16:55 Bauwesen H2

Virtuelle Akustik II

Hör- und Konversationstests zur Untersuchung der Vorteile räumlicher Audiokonferenzen

A. Raake, C. Schlegel, M. Geier und J. Ahrens

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Breitbandige statt schmalbandige Telefonsprache und eine räumliche, z.B. binaurale statt monaurale Wiedergabe der Teilnehmer einer Audiokonferenz führen zu einer verbesserten Quellentrennung, Sprachverständlichkeit und Zuordnung des Gesagten zu den einzelnen Gesprächspartnern (s. Baldis, 2001; Raake et al., 2007). Um die Gültigkeit der meist in Hörversuchen gemessenen Vorteile auch für den Fall einer tatsächlichen Konversation zwischen mehreren Gesprächspartnern zu überprüfen, wurden an den Deutsche Telekom Laboratories in der Vergangenheit realistische Konversationsszenarien für strukturierte, aber weitgehend freie Konversationen mit drei Gesprächspartnern entwickelt. Erste Konversationstests haben gezeigt, dass die erwarteten Vorteile offenbar geringer ausfallen, als ausgehend von reinen Hörtests angenommen (Raake & Schlegel, 2008). Der vorliegende Beitrag fasst die Ergebnisse der Konversationstests zusammen und beschreibt einen Hörtest, welcher Teilaspekte des Konversationstests im Detail beleuchtet. Im Falle der verwendeten Binauralsynthese war in den Konversationsversuchen kein Head-Tracking zur Nachführung der binauralen Raumimpulsantworten eingesetzt worden. Im Hörtest wurden daher als Einstelloptionen die verwendete Audiobandbreite (Schmalband, 300-3400 Hz; Breitband, 50-7000 Hz; Vollband, 50-16000 Hz) und die Wiedergabeart (diotisch; dichotisch mit Headtracking; dichotisch ohne Headtracking) variiert. Als Stimuli wurden dreikanalige Aufnahmen von mittels der Drei-Personen-Konversationsszenarien geführten Audiokonferenzen verwendet. Die untersuchten Messgrößen waren unter anderem die wahrgenommene Qualität und die Genauigkeit der retrospektiven Zuordnung einzelner Aussagen zu einzelnen Gesprächspartnern.

Donnerstag

Virtuelle Akustik II (Poster)

Environmental Noise Synthesis

M. Ihle

German University in Cairo

According to the European directive 2000/49/CE environmental noise level shall be assessed to help reducing the exposure of environmental noise to citizens. The data shall be presented graphically using maps. However, the degree of stress induced by noise is not solely dependent on its level but also depends i.e. on its information content. Thus, a more detailed representation of the acoustical situation is desirable.

This paper describes a system to synthesize the environmental noise. With the final version of the system the ambient noise at any arbitrary location within a city shall become audible by selecting the corresponding position on a map. Even simulations of future modifications of the environment shall be possible.

The current version consists of a data base of environmental sounds and a state machine that issues these sounds according to the situation at the location. The sounds were recorded in a low-reverberant environment, i.e. beside desert-roads, for easier processing. The data needed for the state machine at each location consists of the type of noise sources, levels and statistics about the probability of their occurrences. First sound samples generated by the system already show the advantages of 'auralizing' instead of visualizing the environmental conditions.

Donnerstag

Virtuelle Akustik II (Poster)

Die Akustik der Konzertsäle im Leipziger Gewandhaus. Rekonstruktion und Auralisation

S. Weinzierl, H. Rosenheinrich, J. Blickensdorff, M. Horn und A. Lindau
TU Berlin, Fachgebiet Audiokommunikation

Die Leipziger Gewandhausbauten sind Spielstätte und Namensgeber des weltweit traditionsreichsten Konzertorchesters. Auch die Architektur und die Akustik der drei Konzerthäuser selbst ist ein einzigartiges Dokument für die Entwicklung des öffentlichen Konzertwesens, die Veränderung von symphonischer Aufführungspraxis und den damit verbundenen Wandel des Orchesterklangs. Auf der Grundlage von Computermodellen für die beiden ersten, 1781 bzw. 1884 eröffneten Säle und der Vermessung binauraler Raumimpulsantworten im aktuellen, 1981 eröffneten Saal wurde die Akustik der drei Konzertsäle im Vergleich analysiert. Die dynamische Binauralsynthese dieser Aufnahme macht für ein jeweils identisches Anregungssignal die unterschiedliche Akustik der drei Gewandhäuser hörbar und dokumentiert den mit der Veränderung der Aufführungsbedingungen und insbesondere mit einem Zuwachs an Raumvolumen einhergehenden Wandel des musikalischen Klangeindrucks.

Do. 8:30 Bauwesen H3

Fluglärmgesetz

Erfahrungen bei der Ermittlung von Lärmschutzbereichen nach dem Fluglärmgesetz

B. Vogelsang^a und T. Myck^b

^aNiedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz; ^bUmweltbundesamt

Derzeit wird das novellierte Fluglärmgesetz mit großem Aufwand und hoher Intensität vollzogen. Dabei werden für insgesamt 35 Flughäfen

und Verkehrslandeplätze sowie für 17 militärische Flugplätze Lärmschutzbereiche festgesetzt. Die Ermittlung der Lärmschutzbereiche erfolgt auf der Grundlage detaillierter Angaben über den zukünftigen Flugbetrieb des jeweiligen Flugplatzes. Auf dieser Grundlage wird dann die Fluglärmrechnung nach der "Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)" durchgeführt. Aufbauend auf den bei der Festsetzung der Lärmschutzschutzbereiche gewonnenen Erfahrungen werden Handlungsempfehlungen für die Vollzugspraxis gegeben. So wird auf die sachgerechte Vorgehensweise zur Bestimmung des Zuschlags für die Streuung der Nutzungsanteile der jeweiligen Betriebsrichtungen ("Sigma-Regelung") eingegangen. Dabei werden insbesondere die Fälle betrachtet, bei denen die Datenlage unzureichend ist, oder aufgrund von bestimmten Nutzungskonzepten besondere Bedingungen bei der Bahn-nutzungsverteilung zu beachten sind. Darüber hinaus werden Hilfestellungen für die Beschreibung von Flugrouten einschließlich der Festlegung geeigneter Korridorbreiten gegeben, sowie die Vereinfachung der Beschreibung des Rollverkehrs und der APU-Positionen auf dem Flughafengelände unter Berücksichtigung akustischer Kriterien dargestellt. Ferner werden die in der Praxis aufgetretenen Probleme beim digitalen Austausch der Flugbetriebsdaten und der Berechnungsergebnisse diskutiert sowie Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Do. 8:55 Bauwesen H3

Fluglärmgesetz

Nutzung von Flugverläufen im Nahverkehrsbereich deutscher Flughäfen für die Überwachung von Lärmschutzbereichen

R. Bartel^a, B. Vogelsang^b und D. Schmelter^a

^aAVIA Consult; ^bNiedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz

Im Regelfall existieren für die zivilen Flugplätze, die unter das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FlugLärmG) fallen, radargesetzte Aufzeichnungen der Verläufe der geflogenen Flugstrecken (sog. FANOMOS (Flight Track and Noise Monitoring System)-Plots). Diese Plots werden im Rahmen der Erstellung der Datengrundlage zur Ermittlung des Lärmschutzbereiches verwendet. Nach Festsetzung der Lärmschutzbereiche sind die zuständigen Behörden spätestens nach zehn Jahren verpflichtet, den Lärmschutzbereich zu überprüfen, oder wenn die Lärmbelastung sich wesentlich verändert hat (§ 4 Abs. 6 FlugLärmG) entsprechend früher, einen neuen Lärmschutzbereich festzulegen. Im FlugLärmG wird zwar definiert, was als "wesentlich" im Sinne dieses Gesetzes anzusehen ist, es wird jedoch nicht gesagt, was als begründeter Anfangsverdacht anzusehen ist. Diese Aussage wäre jedoch zweckmäßig, um eine kosten- und zeitintensive Bestimmung des Lärmschutzbereiches zu vermeiden bzw. erst bei Bedarf einzuleiten. Hierzu wird ein Verfahren vorgestellt, wie die Radaraufzeichnungen für eine jährliche Überprüfung unter Beibehaltung der "Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)" genutzt werden können. Da die Radaraufzeichnungen mit Unsicherheiten behaftet sind, müssen die Flugverläufe

an die Bedingungen der Flugbahnteilsegmentzerlegung angepasst und aufbereitet sowie letztlich den Luftfahrzeuggruppen zugeordnet werden. Damit lassen sich sinnvolle Vergleiche auch mit Messungen im Rahmen der DIN 45643 herstellen.

Do. 9:20 Bauwesen H3

Fluglärmmgesetz

Aufbereitung von Radardaten zur Beschreibung der Flugstrecken für AzB-Berechnungen

W. Krebs

Empa, Dübendorf (CH)

Für Fluglärmberechnungen sind neben Informationen zu den akustischen Quellendaten der einzelnen Flugzeuge auch genaue Angaben über den Verlauf der Flugstrecken in der Umgebung des Flugplatzes erforderlich. In der Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) ist die Beschreibung der Flugstrecken genau vorgegeben. In dieser Darstellungsart werden Flugstrecken aus der Abfolge von Geradenstücken und Kreisbogen definiert. Zur Berücksichtigung der seitlichen Streuung der einzelnen Flüge wird jedem Streckenabschnitt zudem eine Korridorbreite zugeordnet. Der horizontale Verlauf der Flugstrecken wird normalerweise aus den in Luftfahrtkarten veröffentlichten Flugstrecken entnommen. In der Praxis weichen die real geflogenen Flugwege jedoch oft von diesen nominellen Flugstrecken ab. Zur Ermittlung eines möglichst realitätsnahen Verlaufs der Flugstrecken wurde an der Empa ein Verfahren entwickelt, um den Verlauf der für AzB-Berechnungen massgebenden Flugstrecken direkt aus Radardaten des betreffenden Flugplatzes abzuleiten. In Radardaten werden einzelne Flugbahnen als Folge von Koordinatenpunkten beschrieben. Es wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem aus der Gesamtheit der Radarspuren mittlere Flugstrecken und die zugehörigen Korridorbreiten ermittelt und in der durch die AzD verlangten Form durch Geradenstücke und Kreisbogen beschrieben werden können.

Do. 9:45 Bauwesen H3

Fluglärmmgesetz

DIN45689 - eine AzB mit mehr Profil?

U. Isermann

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

Die AzB aus dem Jahr 2008 ist als Werkzeug zur Berechnung von Lärmschutzbereichen konzipiert. Da diese auf prognostizierten Flugbetrieben aufsetzt, muss die Flugzeuggruppeneinteilung von handhabbarer Struktur sein. Die neue AzB hat die alte bewährte Einteilung übernommen. Diese beruht auf dem Prinzip der akustischen Äquivalenz: Flugzeuge, die über den gesamten An- bzw. Abflugbereich vergleichbare Immissionswerte am Boden zeigen, können zu Gruppen zusammengefasst werden. Dabei werden Emission und Ausbreitung kombiniert, so dass z.B. laute Flugzeuge mit gutem Steigverhalten durchaus in die gleiche Gruppe fallen können wie leise Flugzeuge, die weniger gut steigen. Dieser

Ansatz macht die AzB zunächst nur bedingt geeignet für Untersuchungen einzelner Flugzeugmuster (z.B. im Hinblick auf Optimierung von Flugverfahren): Benutzung abweichender Flugprofile kann in der Regel nur mit einer Anpassung der Emissionsdaten erfolgen. Das ist insbesondere bei der Einbindung von Radardaten zu beachten. Die DIN 45689 wird den Einsatzbereich der AzB im Hinblick auf derartige Untersuchungen erweitern. Dazu muss die Datengrundlage der AzB um umfassende, typenspezifische Flugleistungsdaten und flugmechanische Rechenmodelle ergänzt werden. Dabei kann auf das ECAC Dokument 29 zurückgegriffen werden. Der Vortrag stellt grundlegende Konzepte und Ansätze vor, wie flugmechanische Modelle in die DIN 45689 integriert werden können und setzt sich auch mit der Verwendung von Radardaten auseinander.

Do. 10:10 Bauwesen H3

Fluglärmgesetz

Pegeldifferenz von gekippt, geöffneten Fenstern bei Fluglärm - Messungen nach DIN EN ISO 140-5 Gesamt-Lautsprecher-Verfahren

C. Maschke^a und E. Augustin^b

^aFBB Maschke, Berlin; ^bForschungsverbund Lärm & Gesundheit, Berlin

Der durch Fluglärm hervorgerufene Innenraumpegel wird in Deutschland nicht für jeden Wohnraum individuell bestimmt, sondern durch die Berücksichtigung eines typischen Pegelunterschiedes zwischen außen und innen von 15 dB(A) aus Pegelprognosen ermittelt (Fluglärmgesetz). Zur Begründung dieses Ansatzes wird einerseits auf die VDI 2719 andererseits auf nicht normgerechte Messungen der DLR verwiesen. Eine typische Schallpegeldifferenz von 15 dB wurde bereits im Jahr 2006 von Augustin et al. aufgrund von Berechnungen in Frage gestellt. Sie errechneten für Fluglärm eine typische Schallpegeldifferenz für ein gekippt geöffnetes Fenster von 13 dB (vgl. ZfL 2006 (3)). Zur Klärung der Unstimmigkeit hat FBB-Maschke Messungen nach DIN EN ISO 140-5 Gesamt- Lautsprecher-Verfahren mit geschlossenen und gekippt geöffneten Fenstern in realen Wohnräumen durchgeführt. Die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Do. 14:00 Bauwesen H3

Fluglärmgesetz

Berechnung von Geräuschimmissionen bei Triebwerksprobeläufen auf Flugplätzen

T. Schenk^a, T. Myck^b und R. Thierbach^b

^aKSZ Ingenieurbüro GmbH; ^bUmweltbundesamt

Triebwerksprobeläufe sind als unerlässlicher Bestandteil von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an Luftfahrzeugen auf Verkehrsflughäfen, Verkehrslandeplätzen und militärischen Flugplätzen mit beträchtlichen Lärmimmissionen in der Nachbarschaft der Flugplätze verbunden. In der 1. Verordnung zum novellierten Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (1.

Fluglärmschutzverordnung) sind außer zum Fluglärm zwar auch Methoden zur Berechnung der Geräuschemissionen beim Rollen der Flugzeuge zum Start und nach der Landung sowie beim Betrieb der Hilfgasturbinen der Luftfahrzeuge (APUs) enthalten, nicht jedoch zur Berücksichtigung von Triebwerksprobeläufen.

Somit liegt für Triebwerksprobeläufe in Deutschland weiterhin kein einheitliches Berechnungsverfahren vor. Die methodische Herangehensweise bei der Berechnung der durch Triebwerksprobeläufe verursachten Geräuschemissionen wird in der Fachwelt jedoch teilweise kontrovers diskutiert. Wesentliches Ziel der hier beschriebenen Untersuchungen war es deshalb, eine zusammenfassende Darstellung der vorhandenen Erkenntnisse und Erfahrungen zu erarbeiten.

Aus den einzelnen Untersuchungsergebnissen wurden Schlussfolgerungen für die Ableitung einer einheitlichen Berechnungsmethodik für Triebwerksprobeläufe gezogen. Im Zusammenhang mit einer Diskussion der möglichen Einordnung der neuen Berechnungsmethodik in das allgemeine Regelwerk zum Lärmschutz wurden im Ergebnis eine kurz- und eine mittelfristige Lösung zur Umsetzung der Berechnungsmethodik für Triebwerksprobeläufe aufgezeigt. Während sich hierbei die kurzfristige Lösung auf die Methodik ausschließlich der Triebwerksprobeläufe bezieht, wird bei der mittelfristigen Lösung empfohlen, auch die sonstigen Bodengeräuschquellen innerhalb der Grenzen eines Flugplatzes einzubeziehen.

Do. 14:25 Bauwesen H3

Fluglärmschutzgesetz

Modellierung von Hubschrauber-Flugverfahren für Fluglärmberechnungen

T. Myck^a, B. Vogelsang^b und A. Krüger^c

^aUmweltbundesamt; ^bNiedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz; ^cDer Senator für Wirtschaft und Häfen, Bremen

Hubschrauber werden für vielfältige Zwecke eingesetzt. Hierzu gehören vor allem Rettungseinsätze und Krankentransporte. Bedingt durch die beträchtlichen Geräuschemissionen der Hubschrauber und die sehr nahe Bebauung können an Hubschrauber-Landeplätzen erhebliche Lärmprobleme auftreten, zumal es sich zumeist um besonders lärmsensible Gebiete (Krankenhäuser) handelt. Durch die Anwendung lärmarmen Flugverfahren für Hubschrauber lässt sich eine deutliche Verbesserung der Fluglärmsituation erzielen. Aus diesem Grund wurden in der Vergangenheit für verschiedene Hubschraubertypen spezielle Anflugverfahren entwickelt, die durch eine geeignete Kombination von Fluggeschwindigkeit und Flugbahnwinkel einen lärmarmen Anflug ermöglichen. Bei der Ermittlung der Fluglärmbelastung an Hubschrauber-Landeplätzen ergibt sich die Schwierigkeit, dass diese Flugverfahren in den üblichen Berechnungsverfahren nicht standardmäßig implementiert sind. Ebenso ist das sogenannte Hubschrauber-Rückwärtsstartverfahren nicht berücksichtigt. Dieses Flugverfahren wird aus Gründen der Flugsicherheit

praktiziert, wenn nur eine kleine Startfläche zur Verfügung steht, was an Krankenhäusern häufig der Fall ist. Es werden deshalb detaillierte Vorschläge zur Modellierung von Hubschrauber-Flugverfahren für Fluglärmberechnungen nach der DIN 45684-1 unterbreitet. Die Auswirkungen der Vorschläge gegenüber den bisherigen Modellierungsansätzen werden anhand von Beispielen erläutert.

Do. 14:50 Bauwesen H3

Fluglärmgesetz

Die Entwicklung der Fluglärmimmission an Verkehrsflughäfen unter Berücksichtigung der Ziele der "ACARE Strategic Research Agenda 2020"

R. Schmid^a und W. Grimme^b

^aDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen; ^bDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln

Anhand eines generischen Einbahn- und eines Parallelbahnflughafen (HUB-Flughafen) wird die zu erwartende Entwicklung der Lärmimmission an Verkehrsflughäfen dargestellt. Ausgehend vom Basisjahr 2005 werden für jeden Flughafen drei Prognosefälle für das Jahr 2020 vorgestellt, die sich nur durch den Anteil zukünftiger Flugzeuge unterscheiden. Diese werden im Sinne der "ACARE Strategic Research Agenda 2020" 10 dB leiser sein als die dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Flugzeuge (ACARE-Flugzeuge).

Durch die prognostizierte Zunahme des Verkehrs von 1,9 % pro Jahr für den Parallelbahnflughafen bzw. 3,2 % pro Jahr für den Einbahnflughafen wird das Gebiet der belasteten Flächen in der Umgebung von Verkehrsflughäfen kontinuierlich zunehmen. Ohne ACARE-Flugzeuge könnten sich die belasteten Flächen um die Flughäfen bis zum Jahr 2020 um 1/4 bis 1/3 vergrößern. Durch eine realistische Ersetzung der heutigen Verkehrsflugzeuge durch ACARE-Flugzeuge, werden die durch Lärm beaufschlagten Flächen nur unwesentlich moderater wachsen und es ergeben sich um ca. 1/5 bis 1/4 größere Immissionsflächen. Lediglich durch eine umfassende Einführung von ACARE-Flugzeugen könnte eine Zunahme des Verkehrs kompensiert und sogar überkompensiert werden.

Der Zunahme der Lärmbelastung durch wachsenden Verkehr könnte also mit Hilfe von leiseren Flugzeugen entgegengewirkt werden. Um deren Einführung in die Flotten zu beschleunigen sind allerdings politische Anreize bzw. verkehrliche Steuerungsmaßnahmen notwendig.

Do. 15:40 Bauwesen H3

Fluglärmmgesetz

Meteorologisch bedingte Unsicherheiten bei der Berechnung von FluglärmU. Binder*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen*

Konventionelle Fluglärmrechnungsverfahren, z.B. die AzB, legen der Berechnung der Schallausbreitung standardisierte meteorologische Bedingungen zu Grunde; sie gehen somit von einer räumlich und zeitlich konstanten Atmosphäre aus. Bei der freien Schallausbreitung aus größeren Höhen kann der Einfluss der Atmosphäre aber nicht ohne weiteres vernachlässigt werden. Insbesondere die atmosphärische Dämpfung des Schalls entlang des Ausbreitungsweges führt unter realen atmosphärischen Verhältnissen zu deutlichen Unterschieden der Immissionspegel, woraus Unsicherheiten bei der Fluglärmrechnung folgen. Vorgestellt werden Untersuchungen, die auf den realen atmosphärischen Verhältnissen eines repräsentativen Jahres basieren. Die Daten entstammen Radiosondenaufstiegen des Observatoriums Lindenberg aus dem Jahre 2004. Bedingt durch die unterschiedlichen Temperaturen und relativen Feuchten - sowohl am Boden als auch in der vertikalen Verteilung - können die Immissionspegel zwischen den einzelnen Terminen, hervorgerufen allein durch die atmosphärische Dämpfung, um bis zu 5 dB bei einer Schallquelle in 2 km Höhe differieren bzw. sogar um bis zu 11 dB bei einer Quelle in 10 km. Nichtsdestotrotz zeigen Vergleiche zwischen den über einen längeren Zeitraum gemittelten Immissionspegeln, die auf realen atmosphärischen Bedingungen basieren, und den auf standardisierten atmosphärischen Bedingungen beruhenden Immissionspegeln einander entsprechende Werte. Weiterhin kann festgestellt werden, dass konventionelle Fluglärmrechnungsverfahren mit der Annahme standardisierter Bedingungen tendenziell höhere Immissionspegel liefern; sie schätzen den Fluglärm eher konservativ ab.

Do. 16:05 Bauwesen H3

Fluglärmmgesetz

Testsystem zum Vergleich verschiedener Parameter zur Verbesserung der Erkennungsleistung bei der FlugzeuggeräuschidentifikationD. Hemmer und C. Pörschmann*Fachhochschule Köln - Institut für Nachrichtentechnik*

Die gesundheitlichen Schädigungen durch Flug- und Straßenverkehrslärm, die sich bei langfristiger Aussetzung durch Erkrankungen wie Bluthochdruck, eine Verminderung der Infektionsabwehr oder einem erhöhten Herzinfarktrisiko bemerkbar machen, werden oft unterschätzt. Um die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für die Lärmbelastung zu überwachen, sind deshalb Langzeitlärmmessungen erforderlich. Ein Problem zur Betrachtung der Beiträge einzelner Emittenten ergibt sich durch die Überlagerung mehrerer Geräusche am Immissionsort. Zur Lösung dieser Problematik bietet die digitale Audiosignalverarbeitung

verschiedene Möglichkeiten zur Realisierung von Verfahren zur Trennung der einzelnen Geräuschkomponenten. Hierzu werden zunächst die spektralen und temporalen Merkmale von Audiosignalen analysiert um damit eine Klassifikation der Daten zu einzelnen Geräuschklassen zu ermöglichen. Im Rahmen des Vortrags werden Aufbau und erste Untersuchungen eines Testsystems vorgestellt, welches die Möglichkeit bietet, die Einflüsse verschiedener Merkmale und Parameter zu untersuchen, die für die Problemstellung der Identifikation von Flugzeuggeräuschen gut geeignet sind. Die Effizienz der Merkmale wurde untersucht und in Bezug auf verschiedene Parameter (wie: Fensterung zur Merkmalsberechnung und Vektorquantisierungsstufen) kombiniert. Die gefundenen Parameter können dann entweder über die Bestimmung der Vektordistanzen oder mit Hilfe von Hidden-Markov-Modellen zur Identifikation von Flugzeugen herangezogen werden.

Do. 16:30 Bauwesen H3

Fluglärmsgesetz

Luftverkehrslärm und die Notwendigkeit systematischer Untersuchungen mit flexiblen Fluglärmsimulationswerkzeugen

G. Saueressig^a, R. Gaffal^b, U. Isermann^c, R. König^d, R. Schmid^c und K. Haag^a

^aDeutsche Lufthansa AG; ^bFlughafen München GmbH; ^cDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Göttingen; ^dDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Braunschweig

Lärminderungsmaßnahmen gewinnen an vielen Flughäfen zunehmend an Bedeutung. Die Untersuchungen umfassen dabei sowohl Änderungen von Flugverfahren als auch Geräusch reduzierende Maßnahmen an der Schallquelle. In der Regel ist es schwierig die Effekte solcher Maßnahmen auf die Schallimmission zu quantifizieren, wenn konventionelle Berechnungswerkzeuge genutzt werden, weil diese nicht für "what-if"-Studien entwickelt wurden und die Qualität ihrer Datenbasen nicht ausreicht. Ein Beispiel hierfür stellt die Anleitung zur Berechnung von Fluglärm (AzB) dar, die auf die Unterstützung von gesetzlichen Regelungen ausgelegt ist und deshalb auf standardisierten Daten bzgl. Flugzeugflottenmix und Flugverfahren beruht. Um die aktuellen Lärmimmissionen an einem Flughafen genauer analysieren und Lärminderungsmaßnahmen bewerten zu können, bedarf es einer Weiterentwicklung der AzB-Methodik. Daneben ist es auch notwendig Analysewerkzeuge für einzelne Flugereignisse weiterzuentwickeln, um zu einer besseren Abschätzung der einzelnen Lärminderungspotenziale zu kommen. Deshalb sollten künftig sowohl flugzeugbezogene als auch flugleistungsbezogene Daten derart verfeinert werden, dass die Effekte von technischen Modifikationen am Fluggerät und Änderungen in Flugverfahren mit ausreichender Genauigkeit aufgelöst werden können. Parallel zu den Untersuchungen von Lärminderungsmaßnahmen bedarf es auch der Analyse der Schadstoffemission zur Vermeidung von "trade-offs". Dementsprechend wird eine gemeinsame Initiative von Flughäfen,

Fluggesellschaften, Flugsicherung, Herstellern und Behörden zur Verbesserung der Methodik und Datenlage empfohlen.

Donnerstag

Fluglärmmgesetz (Poster)

Zielgerichtete Auswertung von Fluglärmmessungen

W. Carius

Carius Technisches Büro, Eichwalde

Die im Fluglärmmgesetz genannten Bewertungsgrößen für Fluglärm stellen Mittelwerte dar, wobei die Bewertungsgrößen über die 6 verkehrsreichsten Monate des Jahres gemittelt werden. Die Streuung dieser Größen wird bisher nicht ermittelt. Damit ist eine fundierte Aussage, ob Schwellwerte nicht nur selten überschritten werden, nicht möglich. Künftige Maßnahmen zur Reduzierung der Lärmbelästigung müssen aber gerade zum Ziel haben, die "lautesten" Ereignisse zu vermeiden. Auch passive Schallschutzmaßnahmen sind nach den Schallpegeln der lautesten, nicht seltenen Lärmereignisse zu bemessen, wenn sie wirken sollen. Um diese Anforderungen an die Bewertungsmaße für Fluglärm zu erfüllen werden Vorschläge für die Auswertung der Messungen gemacht, wobei auch Häufigkeitsverteilungen und Perzentil-Werte ermittelt werden. Von diesen Größen wird erwartet, dass sie empfindlicher auf aktive Lärmschutzmaßnahmen reagieren als die bisher verwendeten 6-Monats-Mittelwerte.

Do. 8:30 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Numerische Simulation der Rollgeräusche von Reifen

U. Nackenhorst

Leibniz Univ. Hannover, Institut für Baumechanik und Num. Mech.

Die transiente Dynamik rollender Reifen wird mittels detaillierter Finite Element Modelle simuliert. Der Modellansatz basiert auf einem modalen Superpositionsverfahren, das sequenziell auf der nichtlinearen Simulation des stationären Rollvorgangs aufbaut. Die gyrokopischen Effekte führen dabei auf unsymmetrische quadratische Eigenwertprobleme mit komplexwertigen Eigenvektoren, für die Reifenmodelle werden bis zu einer Frequenz von 1,5 kHz häufig mehrere 1000 Eigenvektoren berechnet. Angeregt werden die Reifenmodelle durch die Rauigkeit der Fahrbahntextur. Nachdem die Betriebsschwingungsformen der rollenden Reifen berechnet sind, wird die Schallabstrahlung mittels infiniter Element Methoden berechnet. Vergleichende Berechnungen und Messungen haben eine besondere Sensibilität der Anregungsmechanismen, insbesondere hinsichtlich der Materialeigenschaften der Laufstreifenmischung ergeben. Für die weiterführende Optimierung des Gesamtsystems wird der Fokus auf diese Schnittstelle empfohlen.

Do. 8:55 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Ein Finite/Infinite Elemente Modell zur akustischen Analyse der Reifen-Fahrbahn-InteraktionJ. Biermann und O. von Estorff*TU Hamburg-Harburg, Inst. f. Modellierung und Berechnung*

Im Rahmen der vom Gesetzgeber geforderten Gesamtgeräuschreduzierung von Kraftfahrzeugen kommt dem Reifen-Fahrbahngeräusch eine besondere Bedeutung zu. Im Gegensatz zu anderen Schallquellen am Fahrzeug sind hier kaum passiven Maßnahmen möglich, so dass die Entwicklung von geräuschoptimierten Reifen und Fahrbahnoberflächen für eine Verringerung der Geräuschemission unumgänglich ist. Um eine zielgerichtete und kostengünstige Geräuschoptimierung des Systems Reifen-Fahrbahn vornehmen zu können, ist die Entwicklung von Berechnungsmodellen, die es ermöglichen die Schallabstrahlung für bestimmte Reifen-Fahrbahnkombinationen im Vorfeld zu simulieren, von besonderer Wichtigkeit. Im Rahmen eines Projektes im Forschungsverbund Leiser Straßenverkehr 2 wurde ein auf finiten und unendlichen Elementen basierendes Berechnungsmodell entwickelt, welches die akustische Analyse von virtuellen Prototypen ermöglicht. Zunächst werden die Ergebnisse dieses Projektes vorgestellt, was sowohl die Modellvalidierung anhand von Messdaten umfasst, als auch die Anwendung des Rechenmodells auf weitere akustische Fragestellung im Zusammenhang mit dem System Reifen/Fahrbahn. Anschließend wird auf aktuelle Untersuchungen eingegangen, die sich auf die Lärmentstehung durch das sogenannte texturinduzierte "Airpumping" und deren Erfassung im Modell konzentrieren.

Do. 9:20 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Operational TPA in Tire Noise ApplicationsD. de Klerk*Müller-BBM VAS B.V., Zwolle / Delft University of Technology*

This paper shows how the Operational Transfer Path Analysis (OTPA) method can be used in the analysis of Tire Noise experienced by the driver. The paper contains both the theoretical and practical aspects along with the analysis results.

Do. 9:45 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Mikroperforierter Absorber für die Bedämpfung der Reifen-Torus-modeW. Herget^a, P. Brandstät^a, K. Bay^a und W. Moll^b^aFraunhofer Institut für Bauphysik; ^bDaimler AG

Die Torusmode ist eine sich ausbildende stehende Welle im Reifenhohlraum eines Rades. Sie trägt zu einer wahrnehmbaren akustischen Anregung im Fahrzeuginnenraum bei und wird als störend empfunden. Sie zu bedämpfen ist das Ziel der Untersuchungen.

Dafür wurde im ersten Schritt ein Labormessverfahren entwickelt, welches eine Identifikation der Torusmode ermöglicht. Im Weiteren wurde ein Absorber ausgewählt, der in diesem spezifischen Anwendungsgebiet eingesetzt werden kann. Die Herausforderung dabei ist, den begrenzten Raum der zur Verfügung steht für einen akustischen Absorber nutzbar zu machen. Weiterhin darf der Absorber das Fahrverhalten und die Fahrsicherheit nicht beeinträchtigen. Diese Ansprüche konnten mit dem Aufbau- und Wirkungsprinzip des mikroperforierten Absorbers erfüllt werden. Er wird direkt am Entstehungsort der Torusmode, im Reifenhohlraum, platziert. Die Nähe zur akustischen Quelle, und die Möglichkeiten einer technisch gut umsetzbaren Eingliederung des mikroperforierten Absorbers in die Funktionsgemeinschaft Rad und Bremse, führte zu einer messbaren Bedämpfung der Torusmode sowohl im Laboraufbau als auch im Fahrzeuginnenraum.

Die Messungen am Fahrzeug wurden bei direkten Vergleichsfahrten mit einem Serienreifensatz und dem Absorberreifensatz durchgeführt. Dieser Entwicklungsprozess von der Auslegung des mikroperforierten Absorbers über Labormessverfahren hin zum realen Anwendungsgebiet im Fahrzeug ist Inhalt des Vortrages.

Do. 10:10 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Innovative Reifen für grüne StadtautosE.-U. Saemann*Continental Reifen Deutschland GmbH*

Ein moderner Reifen stellt ein sensibles Gleichgewicht hinsichtlich der Fahrzeugeigenschaften Sicherheit (Nassgriff, Kurvenfahrt, Trockenbremsung), Fahrverhalten (Reifencharakteristik und Höchstgeschwindigkeit), Komfort (mechanisch und akustisch) und Wirtschaftlichkeit (Rollwiderstand und Lebensdauer) dar und ist eigentlich ein physikalisch bedingter Systemwiderspruch.

An einer einzelnen Eigenschaft eines modernen Reifens Änderungen vorzunehmen heißt, viele andere Eigenschaften des Produktes mit zu beeinflussen. Bei der Entwicklung eines Reifens für grüne Stadtautos gilt es dieses Gleichgewicht neu abzustimmen, da Wirtschaftlichkeit und Komfort bei der Reifenentwicklung im Vordergrund stehen und die Optimierung des Fahrverhalten zurücktritt. Hinsichtlich des Außengeräusches gilt es einen sehr leisen und dabei rollwiderstandsarmen und

sicheren Reifen zu entwickeln dessen Konstruktion wenig Schwingungen über das Fahrwerk in den Fahrzeuginnenraum überträgt.

Im Rahmen des im Herbst 2009 begonnenen EU Projektes "Green City Car" werden Konzepte für derartige leise Reifen basierend auf FEM Rechnungen und Parameterstudien sowie Möglichkeiten zur weiteren Reduzierung der von Reifen abgestrahlten Schallpegel erarbeitet, die auch die Einhaltung der neuen gesetzlichen Vorschriften und die Anforderungen der Erstausrüster sicherstellen. Die Konzepte werden durch den Bau von Experimentalreifen umgesetzt und mit den in der Reifenindustrie üblichen Erprobungen hinsichtlich aller Reifeneigenschaften getestet. Im Vortrag werden erste Überlegungen und Ergebnisse vorgestellt.

Do. 14:00 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Über den Horn Effekt in der Reifen Fahrbahn Geometrie

A. Lorenzen

Bundesanstalt für Straßenwesen

Es werden Messungen zum Horn Effekt in der Reifen Fahrbahn Geometrie bei stehendem Reifen vorgestellt. Dabei wird auf zwei Konstellationen eingegangen.

Zum einen liegt die Schallquelle in der Reifenaufstandsfläche und der Messort ist im Bereich der Horngeometrie auf der Fahrbahn und zum anderen die als reziprokes Messverfahren in der Literatur beschriebene Konstellation mit der Schallquelle in ausreichender Entfernung und dem Messort auf der Fahrbahn im Bereich des Reifen Fahrbahn Horns. Als Referenz dienen die Schallmessungen ohne Reifen.

Do. 14:25 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Simulation des akustischen Lebenszyklus offenporiger Fahrbahnbeläge

B. Arbter^a, B. Ahrenholz^b, W. Ressel^a und M. Krafczyk^b

^a*Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart;* ^b*TU Braunschweig, Inst. f. rechnergestützte Modell. im Bauing.*

Die akustische Lebensdauer lärmmindernder offenporiger Fahrbahnbeläge ist stark von der Verschmutzung der Porenstruktur abhängig und hinkt in der Regel der bautechnisch wirtschaftlichen Lebensdauer hinterher. Eine Verzögerung oder Veränderung der Schmutzanfälligkeit kann die akustische Wirksamkeit um Jahre verlängern und somit die Wirtschaftlichkeit dieses Straßenbelags deutlich erhöhen. Für ein grundlegendes Verständnis der Verschmutzungsvorgänge in der Deckschicht soll auf der Porenskala die Infiltration von Wasser unter Berücksichtigung des Partikeltransports in die Fahrbahndecke numerisch simuliert und die Auswirkungen auf die akustischen Eigenschaften untersucht werden. Mittels eines validierten Modells können später Einflüsse, wie z. B. die durch Verschmutzung veränderten Oberflächeneigenschaften

oder der zeitliche Ablauf der Verschmutzung unter variierenden Randbedingungen, untersucht und daraus schließlich Ansätze erarbeitet werden, die diese Einflüsse minimieren oder sogar nachhaltig umkehren.

In diesem Beitrag wird zunächst die digitale Rekonstruktion der Porengeometrie aus röntgentomographisch erfassten Bildern gezeigt. Anschließend werden die daraus ableitbaren akustisch relevanten Parameter für unverschmutzte und verschmutzte offenporige Asphaltdeckschichten dargestellt. Weitere Parameter werden durch numerische Simulation auf der Porenskala bestimmt. Der Vergleich numerisch berechneter Parameter mit real gemessenen Parametern lässt Rückschlüsse auf die Validität der numerischen Modelle zu. Weiter wird - je nach Stand der Arbeiten - der Fortschritt bei der Modellierung und Simulation des Verschmutzungsprozesses dargestellt.

Do. 14:50 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Schweizweite Erfassung der akustischen Belagsgüte auf den Nationalstrassen

M. Balmer

Bundesamt für Strassen ASTRA, Schweiz

Das Bundesamt für Strassen ASTRA als Eigentümerin der Nationalstrassen hat die Aufgabe die Lärmschutzvorschriften gemäss Umweltschutzgesetz USG und Lärmschutzverordnung LSV umzusetzen. Dabei handelt es sich um 3 Massnahmen: 1.) verhältnismässige vorsorgliche Massnahmen; 2.) verhältnismässige emissionsbegrenzende Massnahmen zur Einhaltung der massgebenden Belastungsgrenzwerte BGW; 3.) Erleichterungen und Schallschutzfenster als Ersatzmassnahmen. Die notwendigen Massnahmen sind im Zuge von Bauprojekten zu realisieren. Die Frist für die Erstsanierung läuft bis am 31. März 2015 ab. Für die Projektierung des notwendigen Lärmschutzes stellt der "Leitfaden Strassenlärm" die wichtigste Grundlage dar. Darin sind Sanierungshorizont, die Massnahmen an der Quelle (Beläge) und die Ermittlung des Strassenlärms mittels Berechnungen und Messungen definiert. Die akustische Belagsgüte bei der Strassenlärmermittlung spielt eine wichtige Rolle. Dazu werden zurzeit netzweit und spurweise (Fahrspuren) mittels der CPX - Messmethode in Kombination mit einzelnen SPB- Messungen Zustandsaufnahmen gemacht. Das Ziel ist, die Strassenlärmermittlung auf den Nationalstrassen und die Massnahmenplanung zu vereinfachen und vereinheitlichen. Die Messdaten erlauben auf der strategischen Ebene, Konzepte hinsichtlich des Einsatzes lärmarmer Beläge zu entwickeln. Ob sich dabei die Zustanderfassung mit der CPX - Messmethode eignet und durchsetzt, wird sich noch erweisen müssen.

Der Beitrag stellt die Motivation und lärmrechtlichen Rahmenbedingungen sowie erste Ergebnisse dieses Projektes vor. In einem separaten Beitrag des Auftragnehmers Müller BBM wird auf die Technik und den Projektablauf eingehender eingegangen.

Do. 15:40 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Technische Bemerkungen zur Nahfeldmessmethode CPX

M. Männel und S. Alber

Müller-BBM GmbH

Zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften von Fahrbahnbelägen über die Ermittlung der emittierten Reifen-Fahrbahn-Geräusche wird mit zunehmender Intensität die close-proximity-method -auch als Anhänger-messung, Nahfeldmessung und CPX-Messung bekannt - nachgefragt und eingesetzt. Die Vorteile dieser Messmethode im Vergleich zu anderen, wie der statistischen oder der kontrollierten Vorbeifahrtmessung, sind die kontinuierliche Messdatenerfassung über komplette Straßenabschnitte, die geringen Anforderungen an die Umgebungsbedingungen hinsichtlich Bebauung und Störschallquellen und die gute und einfache Interpretationsfähigkeit der Messergebnisse. Ziel des Vortrages ist es, die Möglichkeiten des CPX-Messverfahrens zur akustischen Belagsgütebestimmung kritisch zu hinterfragen und auf relevante Qualitätsmerkmale einzugehen. Dazu werden insbesondere die Einflüsse von Temperatur, Fahrgeschwindigkeit, Mikrofonpositionierung und Reifen auf die akustischen Zielgrößen dargestellt.

Do. 16:05 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Typisierung von Reifen und Fahrbahnbelägen

T. Beckenbauer^a und W. Kropp^b

^a*Müller-BBM GmbH*; ^b*Chalmers University of Technology, Göteborg*

Im Zusammenhang mit der Minderung des Reifen-Fahrbahn-Geräusches wird oft nach den Geräuschminderungspotentialen gefragt, die durch den Einsatz leiser Reifen einerseits und den Einsatz leiser Fahrbahnbeläge andererseits bestehen. Eine zweite Frage schließt sich daran unmittelbar an: wie muss ein Reifen, wie muss ein Fahrbahnbelag beschaffen sein, um das Rollgeräusch zu mindern, welche "Designkriterien" bestehen? Letztlich stellt sich auch die Frage, ob eine zielgerichtete Abstimmung der akustisch maßgeblichen Eigenschaften eines Reifens auf einen Fahrbahnbelag oder einen Typ von Fahrbahnbelägen möglich ist, die zu einer deutlichen Rollgeräuschminderung führt und gleichzeitig unempfindlich ist gegenüber nie ganz vermeidbare, bautechnisch bedingte Schwankungen der Fahrbahneigenschaften. Es wird gezeigt, wie sich die makroskopischen, akustisch maßgeblichen Eigenschaften von Fahrbahnbelägen typisieren lassen, um die bisher erfolgte bauweisenabhängige Betrachtungsweise zugunsten einer bauweisenunabhängigen Zustandsbeschreibung für die Bewertung der Geräuschminderung eines Fahrbahnbelages auf zu geben. Anhand eines bestehenden Kollektivs dynamischer und geometrischer Daten von Serienreifen und Berechnungen mit dem validierten Rechenmodell für Reifen-Fahrbahn-Geräusche SPERoN wird dargestellt, welche Fahrbahnbeläge mit bestimmten Reifen zu einem erhöhten Minderungspotential für die Reifen-Fahrbahn-Geräusche führen. Die akustisch relevanten Merkmale der

Fahrbahnbelagstypen werden der Baupraxis und der verkehrsbedingten Abnutzung entsprechend variiert, um die Empfindlichkeit bestimmter Reifentypen gegenüber realen, praxisbedingten Veränderungen von Fahrbahnoberflächen aufzuzeigen.

Do. 16:30 Bauwesen H5

Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Labor für Fahrzeugakustik und simulierte Vorbeifahrt

P. Brandstät

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik hat in Stuttgart-Vaihingen ein neues Laborgebäude für die Fahrzeugakustik gebaut, das eine Außengeräuschemesshalle mit Allrad-Rollen-Prüfstand auf technisch höchstem Niveau beherbergt. Der Prüfstand dient einerseits der simulierten Vorbeifahrt, bei der die Außengeräusche eines Fahrzeugs in definiertem Abstand erfasst werden. Üblicherweise wird diese Messung, die für die Zulassung eines neuen Fahrzeugs gesetzlich vorgeschrieben ist, im Freien durchgeführt. Durch Simulation der Vorbeifahrt in einem akustischen Halbfreigeldraum, der dem Schall vergleichbare Bedingungen wie im Freien bietet, können diese Messungen unabhängig von Witterungseinflüssen jederzeit durchgeführt werden. Andererseits können mit der Allradrolle, bei der jedes Rad einzeln angesteuert wird, alle Untersuchungen am Fahrzeug hinsichtlich Schwingungen und Akustik durchgeführt werden. Eine Antriebsleistung von 300 kW und eine Zugkraft von 7500 N pro Rad erlauben hohe Beschleunigungen und Fahrgeschwindigkeiten bis 320 km/h. Der Vortrag stellt das Konzept und die Auslegung des Prüfstandes vor, sowie die weiteren Bestandteile, wie wechselbare Rollenbeläge und Prüfstandsabdeckungen, Vorbereitungs- und Auswertungsräumen. Anhand von Messungen der Freifeldeigenschaften der Messhalle, Hintergrundgeräuschen der Klima- und Fahrtwindanlagen sowie Messungen an der Allradrolle werden die hochwertigen akustischen und dynamischen Eigenschaften dieser neuen Einrichtung gezeigt.

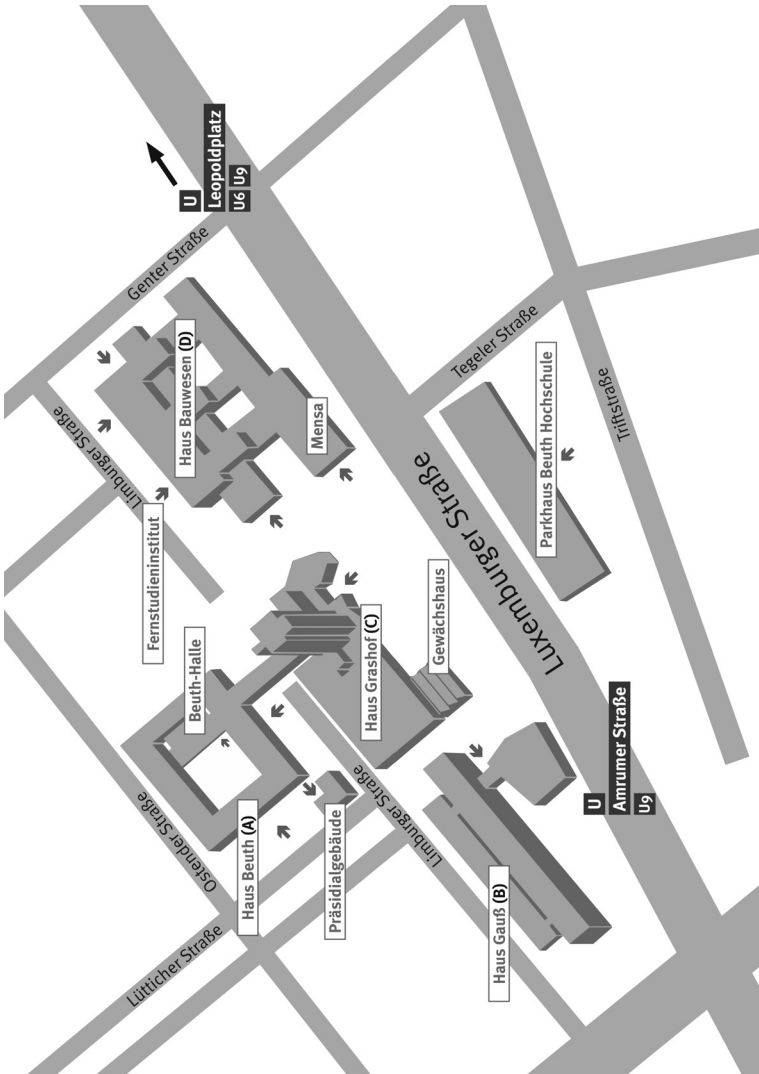
Lagepläne

Konzerthaus am Gendarmenmarkt (*)

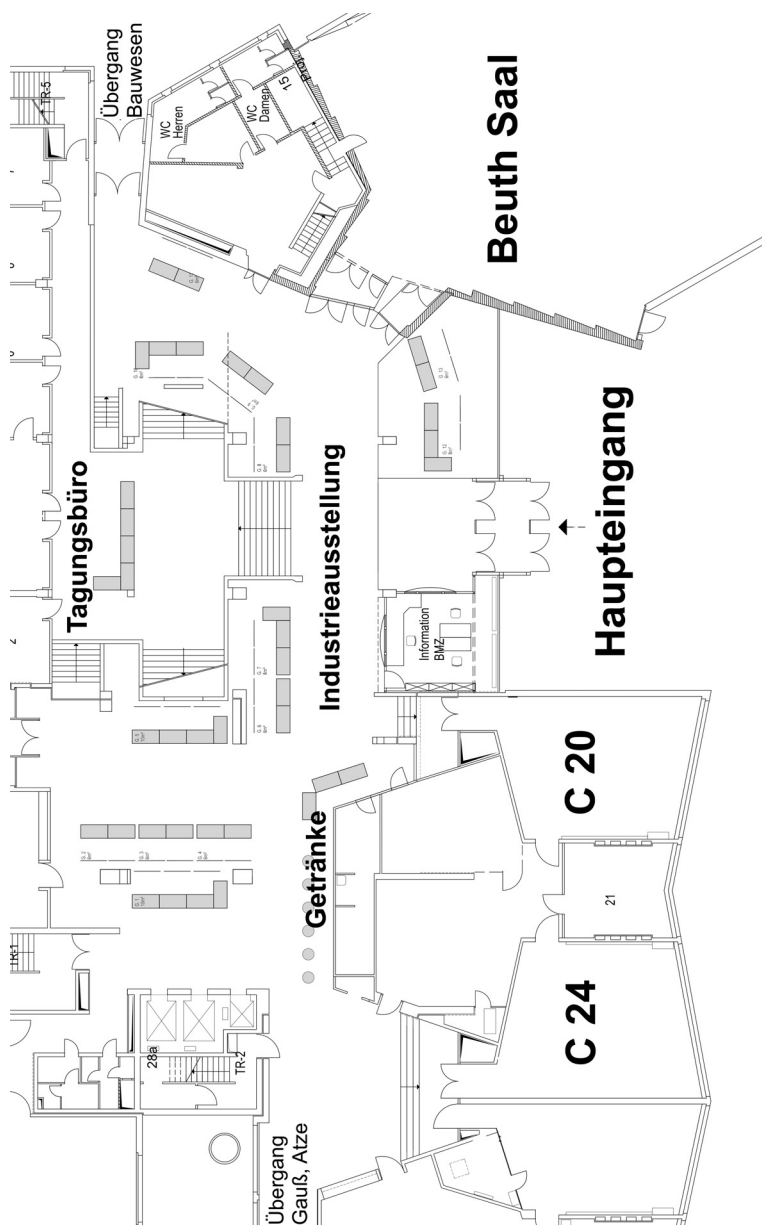
(Eröffnung der DAGA 2010)



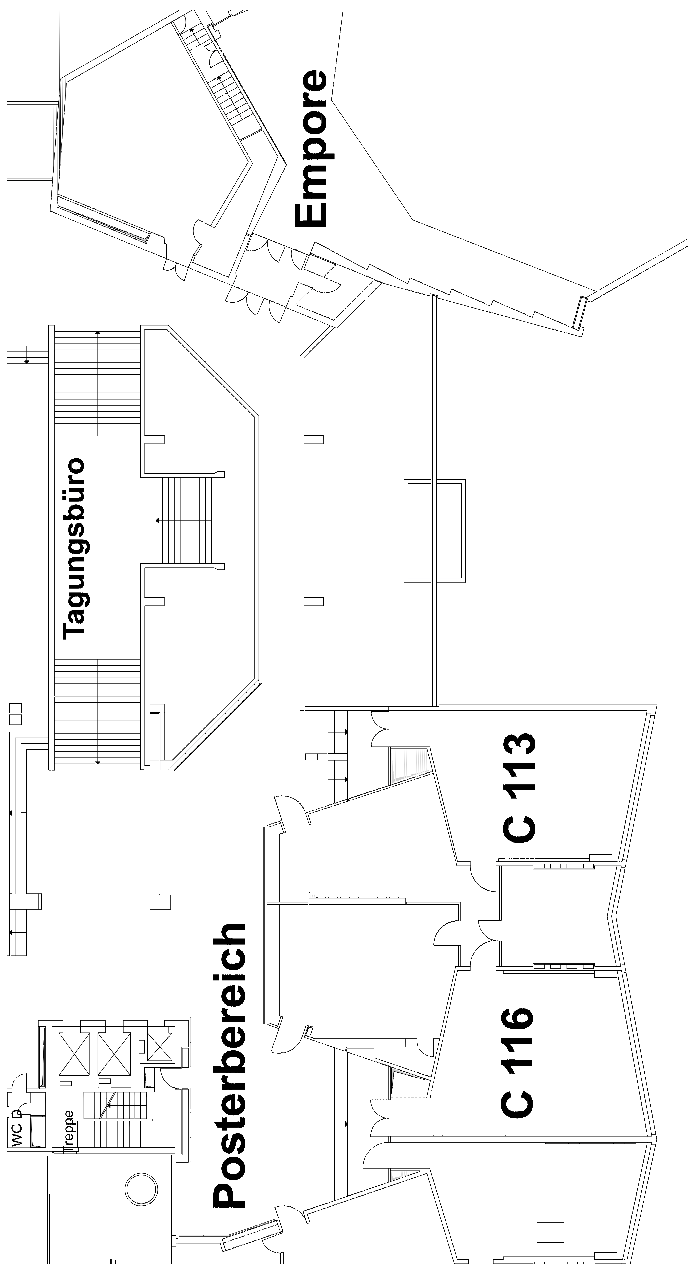
Campus der Beuth Hochschule für Technik Berlin



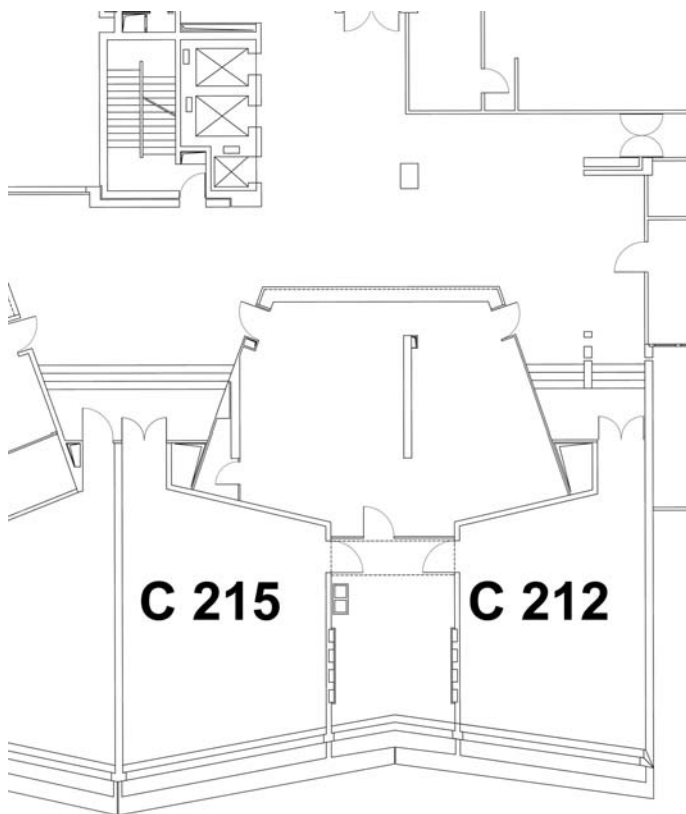
**Beuth Hochschule für Technik Berlin
Haus Grashof EG**



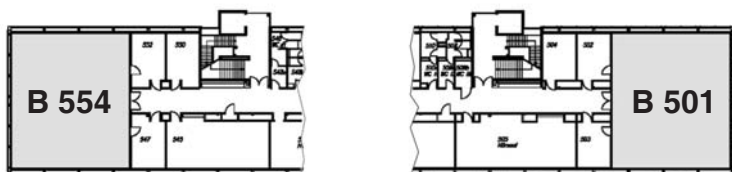
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Haus Grashof 1. OG



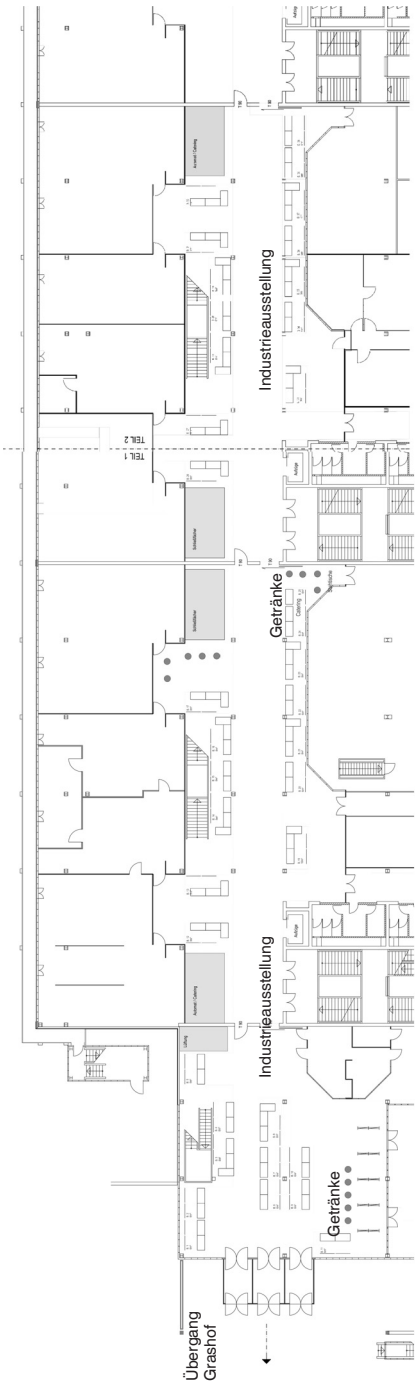
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Haus Grashof 2. OG



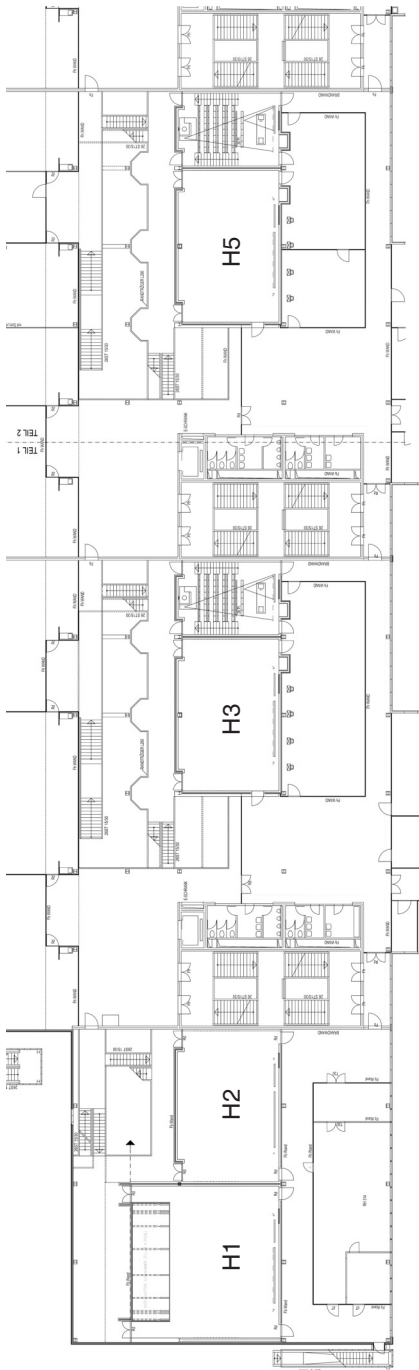
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Haus Gauss 5. OG



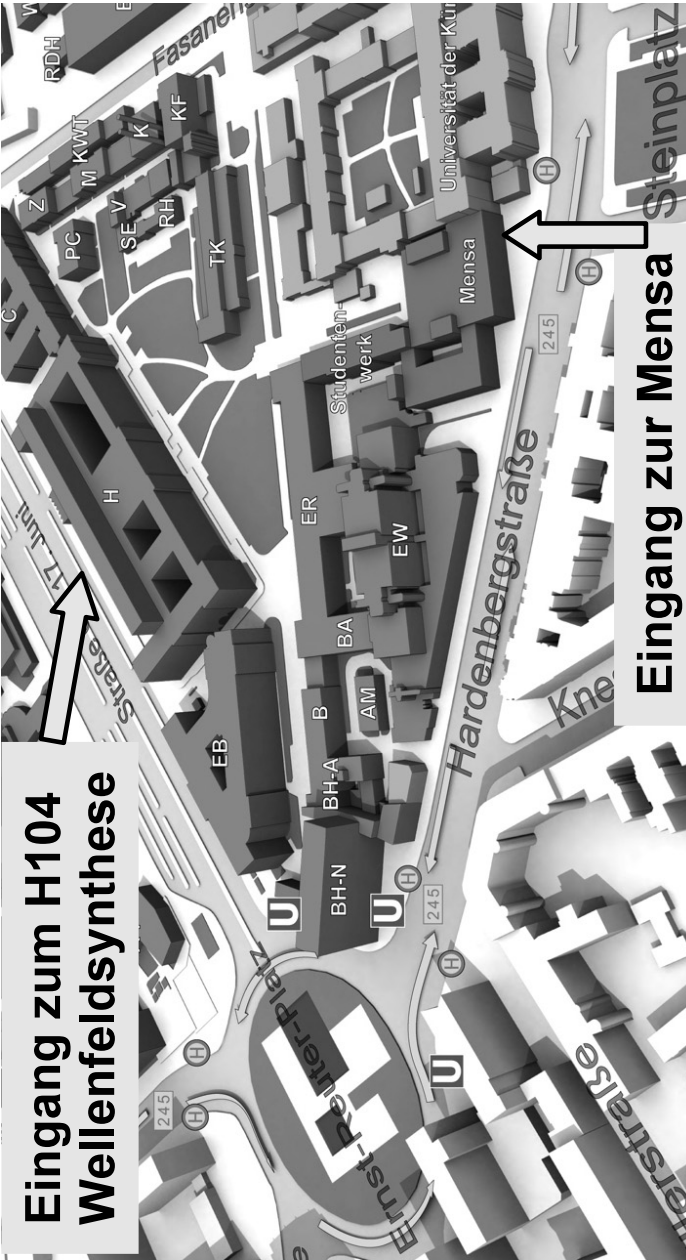
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Haus Bauwesen EG



Beuth Hochschule für Technik Berlin
Haus Bauwesen 1. OG



Technische Universität Berlin
(Zugang vom U-Bahnhof „Ernst-Reuter-Platz“)



Verzeichnis der Autoren

Abel, M.	290	Bartusch, J.	301
Abeßer, J.	73, 214, 215	Bassetti, A.	81
Abshagen, J.	189, 190	Batke, J.-M.	322
Ahlefeldt, T.	295, 296, 296	Batko, W.	163
Ahrenholz, B.	337	Bauer, D.	252
Ahrens, J.	324, 325	Bauer, M.	90
Akyol, T.	87	Baumann, I.	169
Alber, S.	339	Baumgart, J.	85, 285
Alber, T.	87, 90	Bause, F.	302
Albertin, E.	157	Bay, K.	37, 336, 212
Albrecht, S.	72	Beckenbauer, T.	339
Aliakseyeu, D.	215	Becker, K.	82, 186
Alizadeh, M.	190	Becker, S. .	61, 79, 112, 179, 180,
Altinsoy, M.E. .	134, 236, 255, 256,		181
	257, 258	Becker-Schweitzer, J. ...	168, 236
Alzugaray, R.A.	90	Bednar, T.	312
Anderssohn, R.	272	Behler, G.K.	218
André, E.	69	Behr, W.	96
Anemüller, J.	158, 245	Behrens, T.	261
Angster, J.	84, 85, 87, 284	Beitelschmidt, M.	120
Annibale, P.	221	Bendjoudi, A.	275
Antweiler, C.	200	Bendl, I.	289
Aoki, Y.	144, 145, 145	Bereby, A.	244
Appell, J.-E.	96	Bergbauer, A.	172
Arbter, B.	337	Bergen, B.	147
Arendt, I.	276	Berger, J.	282
Aretz, M.	318	Bergmann, S.	269
Arndt, R.	101	Bernschütz, B.	223
Arweiler, I.	251	Bethke, C.	203
Assi, A.	255	Betke, K.	187
Augustin, E.	329	Biermann, J.	335
Aumann, A.	52	Biermeier, T.	112
Außerlechner, H.	84, 87	Bietz, H.	91
Axelsson, Ö.	45	Binder, U.	332
Babuke, G.	212	Birkefeld, A.	78
Bach, J.-H.	158	Birkholz, P.	252
Bachner, B.K.	108	Bischoff, S.	271
Bade, W.P.	250	Bistafa, S.	200
Bader, R.	290	Bitzer, J.	50, 155
Bakardjiev, P.	195	Bitzer, N.	213
Bake, F.	199, 294	Blau, M.	52
Balmer, M.	338	Blauert, J.	131
Bamberger, A.	83	Blickensdorff, J.	326
Bartel, R.	327	Blumrich, R.	183
Barth, M.	248	Böhle, M.	88
Bartolomaeus, W.	162	Boehm, R.	299

Böhm, W.	160	Czolbe, C.	98
Böhnke, F.	170	Dannemann, M.	110, 254
Bogusz, E.	131	Danner, J.	160
Bonhoff, H.	48	Dantscher, S.	282
Boonen, R.	108	Dau, T.	136, 251
Borges Leao, E.	313, 283	David, J.	305
Bork, I.	196, 196, 278	de Bree, H.E.	267
Bossy, E.	275	de Klerk, D.	335
Bothe, H.-H.	69	de Roeck, W.	81
Botteldooren, D.	44, 56	de Vries, D.	64, 64, 141
Bräu, F.	128	Deboy, D.	219
Bräuer, J.	238	Decker, M.	237
Brand, T. ..	55, 173, 174, 247, 248	Delgado, A.	181
Brandstätt, P.	336, 340	Dencks, S.	299
Braun, K.	170	Desmet, W.	81, 147
Brekow, G.	298, 299, 301	Detzner, E.	288
Brick, H.	117	Dietrich, P.	200, 114, 114
Brinkmann, F.	320	Dietz, M.	154
Brooks, B.	56	Dietz, P.	177
Brosig, D.	238	Dietzel, R.	76
Brücker, C.	60, 292	Dijckmans, A.	148
Bschorr, O.	275	Dittmar, C.	73, 214, 215
Buchholz, J.	136, 251, 323	Dittrich, A.	258
Buchholz, U.	91	Diver, S.	265
Buchs Schmid, M.	267	Dixon, M.	44, 56
Buck, M.	94	Döbler, D.	224
Buckert, S.	149	Döllinger, M. ...	58, 58, 60, 60, 61
Büchner, A.	172	Döring, J.	301
Bütikofer, R.	207	Dolezal, F.	312
Büttner, C.	143	Domke, M.	310
Buogo, S.	191	Domont, X.	246
Burgschweiger, R.	189	Drechsler, A.	210
Burkowitz, P.	66	Ebel, M.	237
Buske, O.	243	Ehrenfried, K.	198, 296
Busse, S.	294	Eilers, I.	168
Butenweg, C.	59	Eisenmenger, W.	300
Carius, W.	334	Elliott, A.	115
Carolus, T.	184	Engelbrecht, K.-P.	134
Carral, S.	284	Enghardt, L.	80, 225, 293, 294
Carrarini, A.	99	Enzinger, E.	249
Carroll, R.	55	Epp, B.	135, 171
Cassereau, D.	275	Ertl, M.	178
Chamaoun, M.	88	Escher, A.	168
Chauvin, P.	275	Estrella Cazuriaga, R.J.	319
Chazot, J.-D.	146	Eulitz, C.	239
Cho, J.-H.	164	Ewert, R.	295
Clausen, M.	70, 70, 71	Ewert, Sebastian	70, 71, 74
Cugnet, M.-F.	275	Ewert, Stephan	140, 154, 174

Eysholdt, U.	58, 61	Gaul, L.	46, 271
Faccinelli, E.	324	Gebert, H.	69
Fallen, M.	88	Geier, M.	324, 325
Fastl, H.	33, 129, 257, 324	Geiser, B.	156
Favrot, S.	323	Gelbert, G.	40
Fedtke, T.	53, 54	Genender, P.	230
Fehndrich, M.	99	Genuit, K.	34, 43, 56
Fels, J.	54	Gerges, S.N.Y.	200
Feneberg, G.	276	Gerhard, R.	290
Fichtel, C.	205, 206	Gerstbrein, R.	261
Fiebig, A.	166	Getzmann, S.	258
Figula, U.	103	Geyer, T.	184, 186
Fingerhuth, S.	114	Giering, K.	227
Fingscheidt, T.	94	Gierlich, H.W.	95, 202
Finnveden, S.	46	Giesler, J.	185
Fischer, A.	199, 294	Gnauck, M.	75
Fischer, D.	193	Gömmel, A.	57, 59
Fischer, H.-M. .	88, 205, 206, 209, 209, 210, 315	Goerick, C.	246
Fischer, S.A.	262	Goertz, A.	307, 308, 308
Fleischer, H.	286	Goetze, S.	157
Flurl, B.	187	Goossens, S.	34
Foken, W.	75	Gorenflo, N.	119
Fouloulis, A.	73	Grabinger, J.	112, 179, 180
Fraggstedt, M.	46	Gries, F.	65
Frahm, A.	164	Grimme, W.	331
Frank, M.	129	Grohmann, T.	270
Franz, S.	50, 155	Grosche, P.	72
Frauenrath, T.	59	Großmann, H.	214
Fredelake, S.	172	Großmann, S.	129
Freitag, R.	236	Großmann, W.	97
Fremerey, C.	71	Groth, S.	136
Frère, A.	231	Grothe, T.	85, 86, 285, 291
Friebe, S.	110	Gruber, C.	93
Fritze, D.	47	Grünbaum, W.	93
Fritzsche, A.	80	Gruhler, G.	254
Fritzsche, C.	184, 186	Grundmann, R.	85, 285, 291
Frommolt, K.-H.	228	Gühmann, C.	237
Fuchs, H.V.	66, 282	Guerin, S.	80, 81, 181
Funke, S.	297	Guyader, G.	231
Fuß, S.	86, 123, 182	Guyader, J.-L.	146
Gaal, M.	301	Haag, K.	333
Gabbert, U.	151	Haaß, M.	282
Gärtner, D.	73, 215	Haeb-Umbach, R.	244
Gaffal, R.	333	Haller, J.	299, 300
Garcia, M.-N.	132	Haltenorth, I.	266
Garcin, Y.	304	Hamann, C.	55
Gardonio, P.	146	Hammelman, F.	159
		Han, S.-O.	152

Hanke, M.	55	Holstein, P.	310
Hanselka, H.	178	Holube, I.	168
Hansen, H.	125, 127	Hooek, H.	261
Hansen, M.	175	Horn, M.	326
Hartig, T.	45	Horvat, I.	182, 186
Harwardt, C.	249	Hots, J.	127
Hassel, N.	178	Hu, Z.	159
Haukap, C.	237	Huckemann, V.	313, 283
Haumann, S.	172	Hudde, H.	52
Haut, H.	306	Hübelt, J.	103
Heckmann, A.	99	Hüppe, A.	121
Heckmann, M.	246	Hufenbach, W.	110, 254
Heinrichs, R.	236	Ihle, M.	216, 325
Heintze, F.	36	Ilg, J.	57
Heise, S.	126	Irmscher, A.	273
Hemmer, D.	332	Isermann, U.	328, 333
Hemmert, W.	172, 250	Isik, M.	250
Henning, A.	198, 295, 296	Jaeckel, O.	223
Henning, B.	301, 302	Jäschke, M.	226
Hensel, J.	53, 54	Jahn, D.	140
Henze, W.	110, 201	Jakob, A.	36, 41, 210, 269
Hergenröder, E.	128	Jakubowski, M.	131
Herget, W.	336	Jalics, K.	101
Herring Jensen, M.J.	54	Janda, O.	150
Herzke, T.	50, 173	Jantzen, A.	187
Hess, M.	57	Jauer, L.	318
Heß, W.	233, 320	Jenderka, K.-V.	194, 299, 300
Hessinger, J.	312	Jost, J.	226
Heusinger, U.	65	Joublin, F.	246
Hilgermann, J.-L.	123	Jürgens, T.	174
Hillenbrand, J.	178, 304	Jukkert, S.	241
Hirsch, H.-G.	245	Jung, C.	192
Hirsch, K.-W. ..	105, 106, 107, 159	Jung, O.	167
Höck, A.	70	Jungblut, T.	151
Höfker, G.	265	Kahl, M.	214
Högg, H.	239, 260	Kahle, E.	143
Höldrich, R.	129	Kaiser, I.	99
Höller, C.	317	Kaldenbach, R.	114
Hövelmann, N.	240	Kalivoda, M.	98
Hoever, C.	298	Kaltenbacher, M. ..	58, 60, 60, 79, 112, 121, 121, 179, 180
Hoffmann, A.	132	Kameier, F.	82, 182, 186
Hoffmann, R.	76	Kammer, H.-J.	88
Hoffmeister, H.-W.	242	Kang, J.	42
Hoge, K.	234	Kappel, M.	290
Hohl, F.	218	Karg, S.	250
Hohmann, V.	140, 154, 172	Karic, B.	180, 181
Hojan, E.	131	Kauba, M.	111
Holmberg, S.	85		

Kausche, P.	225	Koreck, J.	269
Kayser, H.	158	Kornhaas, M.	80, 83
Keiler, F.	322	Kornow, O.	81, 295
Kengne, S.	202	Kosanke, L.	321
Kerber, S.	139, 229	Krämer, J.	287
Kessler, R.	92	Krafczyk, M.	337
Kettler, F.	95, 202, 202	Krahé, D.	36, 171, 271
King, R.	40, 293	Kramer, F.	168
Kirchner, K.-R.	48	Krebs, W.	328
Kirchner, T.	264	Kreutzbruck, M.	298, 299
Kirshner, K.	244	Krnoul, Z.	68
Kitze, J.	299	Krüber, S.	198, 295, 296
Kitzig, A.	245	Krüger, B.J.	252
Klein, A.	168	Kropp, W.	33, 117, 339
Klein-Hennig, M.	154	Krüger, A.	330
Kleinhenrich, C.	271	Krüger, H.	156
Kletschkowski, T. ...	240, 272, 274	Krüger, L.	99
Kling, C.	196	Kruk, R.	123, 177
Klippel, W.	153, 198, 309, 309	Krump, G.	128, 161, 261, 305
Klockgether, S.	135	Kückens, C.	294
Klötzer, P.	243	Kühler, R.	96
Klonari, D.	291	Kühnel, C.	67, 134, 135
Klotz, C.	120	Kühnelt, H.	84
Knauß, D.	104	Kühnert, C.	103
Kniesburges, S.	61	Kugler, M.	69
Knobloch, D.	153	Kummer, S.	193
Kob, M.	57, 59	Kurth, F.	70, 71, 72
Koch, C.	194, 299, 300	Kurtz, W.	159
Koch, P.	192	Kurtze, L.	178
Kochan, K.	38	Kurz, R.	207
Koehler, B.	303	Kurz, T.	190
Koehler, M.	314	Kurze, U.	183
Költzsch, P.	78	Lam, K.C.	56
König, F.M.	217	Landes, H.	79, 121
König, R.	333	Landgraf, J.	258
Koh, H.-I.	164	Lang, J.	75
Koh, S.R.	179, 292	Langer, S.	104, 148
Kohrs, T.	48	Laugesen, S.	136
Kollmeier, B.	50, 55, 96, 140, 172, 173, 174, 245, 247, 248	Lauriks, W.	148
Kolny, L.	239	Lautenbach, M.	142
Konkel, F.B.	36, 268	Lauterbach, A.	296
Konle, H.	197, 199	Lauterborn, W.	192, 193
Konz, V.	74	Leao, M.	313, 283
Koop, L.	198, 295, 296, 296	Leberle, D.	69
Koppaetzky, N.	140	Leckschat, D.	305
Korbel, J.	284	Lehmann, H.	242
Kordon, U.	76	Leistner, M.	266
		Leistner, P.	37, 314

Lemke, O.	293	Matheja, T.	94
Lenarz, T.	172	Mathiowetz, S.	89
Leng, M.	123	Mattheus, W.	60, 292
Leonhardt, O.	309	Matuschek, R.	187
Lepage, M.	95	Maue, J.	277
Leppin, A.	257	Mauermann, M.	171
Lerch, R.	57, 60, 180	Mayer, A.	286
Lercher, P.	56	Mayer, D.	111, 151
Letens, U.	234	Mayr, A.	315
Leutnant, V.	244	Maysenhölder, W. ..	144, 145, 145
Lewald, J.	258	Mehnert, D.	76
Li, Y.	152	Mehra, S.-R.	77
Licht, A.-K.	57	Meier, A.	149, 262
Liebetrau, J.	65	Meiler, M.	79, 121
Liebing, R.	229, 233	Meinke, M.	179, 292
Liegl, R.	260	Meister, A.	212, 213
Liepert, M.	97	Melchior, F.	65
Lievens, M.	317, 317	Mellert, V.	231, 238
Lindau, A. 64, 130, 306, 319, 320,	321, 326	Meloni, T.	161
Lippert, S.	122	Mena Zamorano, D.E.	160
Liu, K.	68	Mende, M.	195
Liu, Y.	130, 137, 141	Menzel, D.	257
Loeis, K.	242	Merchel, S. ...	134, 136, 255, 256,
Lötzsch, J.	253		257
Lohrengel, A.	123, 177	Merkel, T.	268
Lohrenscheit, T.	239	Meschke, J.	110
Lohscheller, J.	58, 61	Mettin, R. 190, 191, 192, 192, 193	
Loose, S.	216	Metze, F.	247
Lorenz-Kierakiewicz, K.-H.	263	Meyer, R.	173
Lorenzen, A.	337	Michel, U.	297, 297
Luft, T.	110, 151, 201	Michels, T.	187
Machens, K.-U.	235	Miklos, A.	84, 87, 284
Maempel, H.-J.	220, 220	Milz, H.-J.	225
Männel, M.	339	Misdariis, N.	231
Maffei, L.	42, 56	Moeck, J.	40
Makarski, M.	307, 308, 308	Möhler, U.	97
Malhotra, I.	290	Möller, S.	67, 134, 135, 251
Manik, D.N.	89	Möser, M. ..	36, 41, 160, 293, 164
Manrique Ortiz, N.	284	Mohr, J.	213
Marburg, S.	47, 86, 123	Moll, Werner	336
Marin, R.	210, 211	Moll, Wolfgang	313
Markiewicz, M.	187	Moorhouse, A.	47, 90, 115
Martin, R.	154	Moreau, A.	181
Martinez, S.	159	Moreau, W.	158
Martner, O.	125	Mores, R.	290
Maschke, C.	210, 329	Moritz, N.	245
Masiero, B.	200, 219, 114	Motz, T.	304
		Müller, A.	188

Müller, F.	57	Park, G.-M.	288
Müller, G.	116, 267	Parlitz, U.	192
Müller, J.	193	Paschereit, C.O.	40, 197, 225
Müller, K.	262	Pastiadis, K.	73, 155, 291
Mueller, M.	70, 71, 72, 74	Paul, M.	40
Müller, Simon	209	Paul, S.	74
Müller, Stefan	112	Paulsen, R.	278
Müller, U.	294	Pecha, R.	300
Müller-Trapet, M.	118, 114	Peiffer, A.	270
Müller-Wehlau, M.	50	Pelzer, S.	65, 219, 220
Muminovic, R.	293	Peter, A.	203
Munz, C.-D.	78	Peters, H.	183
Myck, T.	326, 329, 330	Petersson, B.A.T. ..	46, 48, 49, 89, 90, 91, 268, 269
Nackenhorst, U.	334	Peteul-Brouillet, C.	231
Nagathil, A.	154	Pfaffelhuber, K.	112
Naor, Y.	244	Pfeffer, T.	88
Naumann, A.	252, 255	Pfeifer, C.	225
Naumann, K.	208	Pfeiffer, T.	152
Nawka, T.	32	Philippen, B.	109
Neise, W.	293	Piscoya, R.	144, 144
Nejdl, V.	189	Pitsch, S.	85
Neumann, H.-D.	278	Plehn, F.	150
Nicklich, H.	195	Plessas, P.	221
Nicoletti, M.	250	Plotz, K.	52
Niendorf, T.	59	Pörschmann, C.	223, 332
Nitschmann, M.	138	Pohl, A.	62, 63
Nocke, C.	265	Pollow, M.	218, 287, 288, 114
Norambuena, M.	41	Polzehl, T.	247
Notbohm, G.	165, 227	Pomberger, H.	222
Nowak, T.	191, 192	Poschen, S.	202, 202
Nsenga Biansompa, E.	123	Pospiech, M.	267
Nürnberg, A.	216	Prager, J.	298
Nürnberg, H.	183	Prengel, S.	254
Oberfeld, D.	128	Pribsch, H.-H.	101
Ochmann, M.	117, 119, 144, 144, 189	Probst, W.	102, 102
Öhler, S.	212, 213	Ptacek, S.	193
Ohl, B.	136	Quarz, V.	120
Ohno, W.	291	Raake, A.	132, 137, 174, 202, 251, 325
Oppel, M.	101	Rabenstein, R.	221
Ostermann, J.	68	Rabold, A.	312, 214
Otten, M.	57, 59	Rajmane, A.	89
Otto, J.	206	Ramirez, J.-P.	174
Pabst, O.	241, 242	Rao, D.	141
Paixão, D.X.D.	74	Rasumow, E.	52, 175
Papadelis, G.	73, 155, 291	Rath, M.	255
Papanikolaou, G.	73, 155, 291	Rausch, A.	199, 294
Papenfus, T.	166, 232		

Rautenberg, J.	302	Schäfer, S.	271
Reichenberger, J.	83	Schanda, U.	206, 312, 214
Reiter, U.	133	Scharrer, R.	142, 114
Remmers, H.	238	Scheck, J.	88, 205, 206
Rennies, J.	96, 127, 157, 248	Scheit, C.	181
Rescheleit, M.	234	Schell, J.	284
Ressel, W.	337	Schenk, T.	329
Reuter, F.	193	Scheuren, J.	39
Richter, A.	86, 182	Schewe, L.	150
Richter, C.	294	Schiema, H.	287
Richter, D.	304	Schilling, R.	187
Rieckh, G.	120	Schirmacher, R.	37
Rietschel, P.	282	Schirmer, K.	104
Riewe, C.	112	Schlegel, C.	325
Ringwelski, S.	151, 201	Schleicher, R.	140, 169
Röhle, I.	197, 199, 294	Schleinzer, G.	101
Rötting, M.	238	Schmelter, D.	327
Rohdenburg, T.	153	Schmelzer, M.	104, 314
Rohlfing, J.	146	Schmid, R.	331, 333
Romenskiy, I.	223	Schmidt, B.	58
Rosenheinrich, H.	326	Schmidtke, E.	188, 190
Rothhämel, J.	236	Schmiechen, P.	237
Rotter, A.	306	Schmitt, A.	247
Rozinaj, G.	254	Schmitz, A.	307, 308, 308
Rudnicki, M.	172, 250	Schmook, R.	165
Rudnyi, E.	124	Schneider, M.	209, 209
Rückert, C.	309	Schneider, W.	212
Ruff, A.	315	Schnelle, F.	207
Ruigendijk, E.	55	Schöffler, M.	320
Rung, M.	54	Scholl, W.	204, 205, 208
Rupitsch, S.J.	57	Schrader, P.	110
Ruschmeyer, S.	230	Schramm, M.	206, 214
Rust, H.	286	Schröder, A.	301
Ruth, W.	243	Schröder, D.	220
Ruwisch, D.	92	Schröder, R.	223, 224
Rychtarikova, M.	227	Schröder, W.	179, 292
Sachau, D.	38, 239, 240, 241, 242, 272, 273, 274	Schröger, E.	259
Saemann, E.-U.	336	Schubert, F.	303
Sankowsky, T.	52	Schuller, B.-C.	242
Sarradj, E.	184, 185, 186, 195	Schulte-Fortkamp, B.	56, 168, 229
Sas, P.	108	Schultz, F.	218, 287, 288
Saß, B.	311	Schulze, R.	188
Saueressig, G.	333	Schulze, T.	257
Schade, H.-P.	310	Schuster, M.	196
Schäfer, F.	179	Schwarze, R.	60, 292
Schäfer, G.	177	Schwarze, S.	165
Schäfer, I.	189, 190	Schwingshandl, H.	170
		Seeber, B.U.	35, 138, 139

Seebode, J.	169, 255	Talukder, A.	131
Sefrin, C.	294	Tapken, U.	39
Segaert, P.	117	Taskan, E.	205, 206
Seidler, H.	315	Tauchert, K.-H.	228
Seipelt, S.	116	Telle, A.	200
Sellerbeck, P.	231	Telsnig, M.	279, 280
Sessler, G.M.	178, 304	Tennhardt, H.-P.	76
Shabalina, E.	310	Teuber, W.	263, 264
Sickert, P.	281	Teuma Tsafack, F.	274
Siebold, H.	243	Thiele, F.	294
Siebein, G.W.	43	Thiemann, A.	191, 192
Siller, H.	297	Thierbach, R.	329
Silzle, A.	266	Thoden, D.	123, 177
Skoda, S.	236	Thomas, V.	71
Skowronek, J.	215	Thron, T.	98, 100
Skrodzka, E.	131	Töpken, S.	124
Sobotta, R.	192	Tonkonog, E.	178
Sommerfeld, M.	204	Treiber, A.	254
Sontacchi, A.	129	Treichel, T.	92
Sottek, R.	109	Triebenbacher, S.	79
Späh, M.	316	Triep, M.	60, 292
Spehr, C.	198, 295, 296, 296	Trimpop, M. ...	105, 106, 106, 107
Spiertz, M.	109	Trommer, T.	84, 87
Spindler, K.	243	Tschakert, R.	49, 89
Spors, S.	137, 140, 202, 223, 324	Tschöke, H.	110, 201
Sprenger, H.	271	Tucker, I.	251
Sremcevic, J.	267	Twieg, S.	158, 238
Stamm, M.	255, 256	Uerlings, P.	311
Stange-Kölling, S.	204	Uhl, F.	112
Stark, T.	170	Uhlig, C.H.	176
Starke, B.	220	Uppenkamp, S.	50, 176
Steffens, J.	168	Uslar, V.	55
Steffens, W.	278	van der Meulen, S.	269
Stegemann, B.	101	van Dorp Schuitman, J. ...	64, 141
Stephenson, U.M.	62, 63, 63	van Gool, L.	158
Sternel, D.C.	80, 83	Vandepitte, D.	147
Stingl, M.	58, 58, 60	Vary, P.	156, 200
Stirnemann, A.	51	Vassileva, S.	203
Stober, S.	216	Venghaus, H.	243
Storm, R.	176	Vercammen, M.	76, 142, 263
Strauß, M.	92	Vergara, E.F.	74
Stütz, M.	119	Verhey, J.	124, 126, 127, 135, 171, 132, 176
Sturm, M.	87	Vermeir, G.	148, 227
Sukalo, D.	307	Vitale, R.	65
Sundaram, S.	169	Völk, F.	318, 323, 324
Susini, P.	231	Völker, E.-J.	77, 262, 263, 264
Sutor, A.	57	Vogel, J.	106
Szycik, G.R.	260		

Vogelsang, B.	326, 327, 330	Wilholt, L.	168
Voigt, D.	58, 61	Will, C.	190
Vokurka, K.	191	Wilsdorf, M.	163
Volgenandt, A.	153	Wimmel, R.	40, 243
Volz, R.	210	Windelberg, D.	166
von Estorff, O. 116, 122, 187, 234,	269, 274, 335	Windisch, T.	303
von Zeddelmann, D.	71	Winkler, J.	184
Vorländer, M.	64, 64, 156, 200	Winkler, M.	82
Vormann, M.	50	Wissel, C.	312
Wabnik, S.	158	Witew, I.	64, 64
Wältermann, M.	251	Wittstock, V. ...	91, 203, 204, 204,
Wagener, K.	247		205
Wagner, J.	69	Wogram, K.	278
Wahler, W.	279	Wolff, K.	230
Waldmann, H.	280	Wolff, T.	94
Walter, R.	140	Wolters, F.	168
Wang, X.	156	Wulkau, M.	148
Warzybok, A.	247	Xiang, N.	130
Weber, L. 209, 209, 311, 314, 212,	213, 213	Xie, B.-S.	130, 137
Weber, M.	272, 273	Yang, A.	58, 61
Weber, R.	124, 125, 127, 231,	Yu, H.	94
	169, 132	Zaleski, O.	116
Wechsung, I.	134, 252, 255	Zangers, J.	106
Weckmüller, C.	80	Zarras, C.	155
Wefers, F.	321	Zebian, M.	53
Weidinger, P.	101	Zeitler, A.	229
Weigler, T.	171, 271	Zelezny, M.	68
Weinzierl, S. ...	64, 143, 223, 287,	Zerbs, C.	125, 188
	288, 326	Zhong, X.	130
Weiss, B.	67, 134, 135	Zickmantel, F.	248
Wellner, F.	103	Ziegenhals, G.	285
Wendt, D.	50	Ziemann, A.	163
Wenterodt, C.	274	Zimmermann, B.J.	158
Werner, R.	198	Zipperle, C.	215
Widmann, A.	259	Zörner, S.	60, 60
Wierstorf, H.	137	Zotter, F.	218, 219, 221
		Zurbrügg, T.	51

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, 15. März 2010

17:00	DEGA-Mitgliederversammlung	Beuth-Saal
-------	----------------------------	------------

Dienstag, 16. März 2010

13:15 - 14:30	DEGA-Studierenden- und Promovierenden-Treffen	Grashof C 116
13:15 - 14:30	DEGA-Fachausschuss Lehre der Akustik	Grashof C 113

Mittwoch, 17. März 2010

13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Bau- und Raumakustik	Bauwesen H1
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Fahrzeugakustik	Bauwesen H5
13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Hörakustik	Grashof C 113
12:45 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Ultraschall	Grashof C 212

Donnerstag, 18. März 2010

12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Elektroakustik	Grashof C 215
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Lärm: Wirkungen und Schutz	Grashof C 24
13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Musikalische Akustik	Grashof C 113
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Physikalische Akustik	Grashof C 20
12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Sprachakustik	Gauß B 501
17:00	Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)	Bauwesen H3

DAGA 2010 - 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 27 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 2010 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 **10**

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 4606 94-70