

DAGA '06

20.-23. März 2006 in Braunschweig



Programmheft



32. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA '06

Homepage: <http://www.daga2006.de>

E-Mail: info@daga2006.de

Impressum:

DAGA '06 - Programmheft

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

- Geschäftsstelle -

Dr.-Ing. Martin Klemenz

Voltastraße 5

Gebäude 10-6

D-13355 Berlin

Tel. +49 (0)30 - 4606 94-63

Fax +49 (0)30 - 4606 94-70

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

E-Mail: dega@dega-akustik.de

Kontakttelefon während der Tagung:

+49 (0)531 - 391 - 4204

Print: Druckhaus Galrev, Berlin

Type setting: \LaTeX 2_ε

Inhaltsverzeichnis

Zeitpläne	2
Grußwort der Tagungsleiter	12
Hinweise zur Tagung	15
Eröffnung, Preisverleihungen und Produkt-Forum . . .	26
Plenarvorträge	26
Vorkolloquiuen Montag	29
Vorkolloquium Bauakustik	29
Vorkolloquium Ultraschall	33
Fachvorträge Dienstag	38
Sprachakustik im Kraftfahrzeug I	38
Elektroakustik	45
Binaurales Hören I	50
Workshop TA Lärm und 'Muster'-Zuschlag	57
Wahrnehmung u. Wirkung von tieffrequentem Schall	60
Metrologie in der Akustik	61
Audiologie	67
Medizinische Akustik	73
Aktive Schwingungs- und Lärmbekämpfung	75
Außengeräusch Straßenverkehr	82
ASAM ODS	86
Schallemission	88
Raumakustik: Beispiele	94
Absorptionsmaterialien	99
Fachvorträge Mittwoch	102
Sprachakustik im Kraftfahrzeug II	102
Messtechnik - Luftschall-Impedanz	109
Audiotechnik	112
Schienenfahrzeuge I	116
Music Processing	120
Binaurales Hören II	127
Psychoakustik	131
Sprachverarbeitung	141
Strömungslärm: Numerik u. Versuch	144
Kavitation	152
Ultraschall	158
Numerische Methoden in der Akustik I	162
Technische Akustik	168
Körperschall	173

KFZ I	177
Lärm I	183
Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation	187
Bauakustik allgemein	193
Wände, Treppen, Fenster	197
Haustechnische Anlagen	202
Fachvorträge Donnerstag	205
KFZ II	205
Schienenfahrzeuge II	211
Fluglärm	214
Quelllokalisation	220
Reflexionsarme Räume und Hallräume	223
Stimm- und Sprechakustik	225
Schulakustik	228
Abschirmung	232
Lehre und Geschichte der Akustik	236
Physik der Musikinstrumente	239
Musikalische Akustik	246
Numerische Methoden in der Akustik II	248
Verbrennungslärm	253
Schalldämpfer	254
Schallausbreitung	256
Lärm II	261
Raumakustik: Simulation, Auralisation	269
Raumakustik allgemein	272
Poster	276
Medizinische Akustik	276
Audiotechnik	278
Sprachverarbeitung	280
Strömungslärm: Numerik und Versuch	281
KFZ I	282
Bauakustik allgemein	283
Haustechnische Anlagen	284
Quelllokalisation	285
Reflexionsarme Räume und Hallräume	286
Stimm-/Sprechakustik und musikalische Akustik	287
Der Tagungsort	296
Anfahrt	296
Fotos und Lagepläne	296
Verzeichnis der Autoren	301

Raum	SN 19.1	PK 4.3
	Vorkolloquium Bauakustik	Vorkolloquium Ultraschall
13:00	M. Maess, L. Gaul, M. Fischer und H.-G. Horst: Räumliche dynamische Simulation von Leitungssystemen (29)	
13:30	D. Clasen und S. Langer: Chancen für den bauakustischen Entwurf durch numerische Simulation (30)	V. Wilkens: Metrologie im Ultraschall: Bestimmung der relevanten Feldgrößen für Anwendungen in der Medizin (33)
14:00	H.-M. Fischer: Geräusche haustechnischer Anlagen in Normung und Forschung (31)	M. Postema und G. Schmitz: Messung und Modellierung physikalischer Eigenschaften von Kontrastmitteln (34)
14:30	Kaffeepause	Kaffeepause
15:00	J. Guggenberger: Körperschallisolierung von haustechnischen Geräten (31)	B. Gassmann: Anwendung von Kontrastmitteln zur Diagnose (35)
15:30	D. Kutzer: Europäischer Ringversuch für Prüfungen des Geräuschverhaltens von Armaturen nach DIN EN ISO 3822-1 (32)	J.W. Jenne, G. Witzbach-Divkovic und P.E. Huber: Die Rolle von Kontrastmitteln in der Therapie mit Ultraschall (36)
16:00	H. Bietz, V. Wittstock und W. Scholl: Prüfstand zur Bestimmung von Installationsgeräuschen im Holz- Fertigbau - Neue Messergebnisse und Entwicklungen (33)	V. Uhlendorf, P. Hauff, M. Reinhardt und M. Mäurer: Kontrastmittel der nächsten Generation: Spezialisierte Bläschen für spezifische Anwendungen (37)

17:00 Audimax: DEGA-Mitgliederversammlung

Dienstag, 21. März9:00 Audimax: **Eröffnungsfest**Audimax: **Verleihung Cremer Preis und Helmholtz-Medaille**Audimax: **Plenarvorträge der Preisträger**

11:30

Kaffeepause12:00 Audimax: **Produkt-Forum (26)**

anschl.

Mittagspause

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
	Sprachak. im KFZ I	Elektroakustik	Binaur. Hören I	TA Lärm + Zuschlag	Metrologie	Audiologie	Aktive Lärmbek.	Straßenverkehr	Emission	Raumak. Beispiele
14:00	Aichner: Blind Source Sep. (38)	Hillenbrand: Piezoelektret-Richtmikrofone (45)	Ellermeier: binaurale Lauthheit (50)	Genuit: Grad der Belästigung (57)	Siebert: Messunsicherheit I (61)	Taschke: Innenohr Knochenschall (67)	Leistner: aktive Resonatoren (75)	Nordborg: vorbeifahrende Autos (82)	Hübner: Messpunkte Hüllflächenverf. (88)	Behrens: Frauenkirche Dresden (94)
14:25	Baummann: PCA und MVDR (38)	Strauch: Moden bei Hörnern (46)	Kohrausch: Integration Rauschsignale (51)	Schulte-Fortkamp: gegen Ratlosigkeit (58)	Siebert: Messunsicherheit II (61)	Hoppe: einsilbige Sprachreize (68)	Niepenberg: 2D-ANC Echtzeit (76)	Rainer: Motorisierung Kfz (83)	Probst: Normen ISO 11200 (89)	Vercammen: Tonhalle Düsseldorf (95)
14:50	Goetze: speech enhancement (39)	Makarski: Verzerrungen Hörner (46)	Nitschmann: binaurales Hören (52)	Kühner: Diskussion TA Lärm (59)	Brinkmann: Messunsicherheit int. (62)	Lassak: evolution artificial STRF (69)	Böhme: Positionsopt. ANR - Systeme (76)	Alt: Außenger.-simulation (84)	Hübner: DFEM-Algorithmus (90)	Lorenz-Kierakiewitz: Tonhalle (96)
15:15	Vicinus: Verteilte Mikrofone (40)	Kraft: Parameter STI (47)	Thompson: binaural sensitivity (52)	Bauer: Unerhörte Architektur (59)	Schlums: DKD-Akkreditierung (63)	Schmidt: dreidim. Einkopplung (69)	Kletschkowski: el.-stat. Flachlautspr. (77)	Bisping: tieffrequente Kfz-Geräusche (84)	Leuner: Richtlinie 2000/14/EG (90)	Krätzer: Zollinger Halle (97)
				Tiefreq. Schall						
15:40	Warsitz: adapt. Eigenbeamforming (40)	Steinbrecher: DIN VDE 0833-4 (48)	Majdak: bilateral electr. hearing (53)	Feldmann: Tieffrequenter Wohnlärm (60)	Ratschko: Schallpegelmessgeräte (64)	Sankowsky: SII für kompr. Sprache (70)	Jakob: Feedforward-Controller ANC (78)	Kalivoda: Vorbeifahrt-pegelmessung (85)	Bethke: Terzen: Unsicherheit (91)	Mommertz: Kulturzentrum Athen (97)

Dienstag, 21. März

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
16:05	Pause	Pause	Pause	Maschke: Tiefreq. und Schlaf (61)	Pause	Bisitz: Multi- Dynamikkomp. (71)	Pause	Peters: Erschütt. (85)	Pause	Fellner: Stephansdom (98)
16:30	Reining: Richtch. Freisprechmikt. (41)	Steinbrecher: Sim. Sprachver- ständl. (48)	Seeber: Envelope Cues (54)	(Sitzung FA Lärm)	Fedtke: Trans- ferimpedanz künstl. Ohren (64)	Stirnemann: RECD bei Hörgeräten (72)	Lemke: axiale Turbomaschinen (79)	Sarradj: offenporige Asphalte (86)	Schmidt: Vereinlichte Schalll.-best. (92)	Pause
					Sinoimeri: Static Pressure Coeff. (65)	Pause	Steger: Axialventi- latoren (80)	ASAM ODS Virnich: ASAM ODS NVH (86)	Trautmann : Geräuschemis- sionsdaten (92)	Absorpt.-mat. Grimmeissen: Sound Management Foam (99)
16:55	Prasetyo: In-Car Backg. Noise (42)	Teuber: Intelligente Beschallung (49)	Laback: interaural delay (54)	(Sitzung FA Lärm)						
						Medizin. Akust. (+3 Poster)				
17:20	Kolossa: Robuste Erk. gestörter Sprache (43)	König: kopfnähe Strahlungsquel- len (49)	Nix: Integration bin. Parameter (55)	(Sitzung FA Lärm)	Bouaoua: Low Ultrasonic Freq. Range (65)	Winkelberg: transiente Geräusche (73)	Schirmacher: aktive Lagerung (81)	Virnich: ASAM ODS Format (87)	Arendt: Geräusche Tastaturen (93)	Graber: Zellulose- absorbers (99)
17:45	Herrnkind: sprachbediente Systeme (44)	Schulze: Störger. Hör- sprechgarnit. (50)	Beutelmann: binaurale Sprachverst. (56)	(Sitzung FA Lärm)	Koch: Hydrophone Kalibrierung (66)	Uppenkamp: Tomogr. Audit. System (73)	Hopt: Schiff- Dieselmotor (82)	Belis: Imple- mentierung bei GM (87)	Goldemund: Emissionsmo- delle Maschinen (94)	Rotliers: Einsatz Aluminium (100)
18:10	Schuller: Spontaneous Emotions (44)		Braasch: Evaluierung Ste- reoaufnahme (57)	(Sitzung FA Lärm)	Beissner: Leistungsnormali- f. Physiotherapie (66)	Krahé: Lärm in Inkubatoren (74)		Lange: Defin. Datenmodell (88)		König: Faserverbund- werkstoffe (101)

19:30 Uhr: Festvortrag J. Meyer und Konzert (Dom)

Mittwoch, 22. März

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
	Sprachakust. im KFZ II	Audiotechnik (+2 Poster)	Music Processing	Psychoakustik	Sprachverarb. (+2 Poster)	Kavitation	Numerik I	Körperschall	Lärm I	Bauakustik allg. (+2 Post.)
08:30	Kroschel: Speaker Identification (102)	Goertz: Beschallung Papstmesse (112)	Seifert: Kogn. Musikwissenschaft (120)	Kohlrausch: Erich Waetzmann (131)	Schnell: Geschätzte Vokaltraktflächen (141)	Peuker: Kavitation Verf.-technik (152)	Ochmann: komplexe Quellorte (162)	Tschakert: versteifte Platten (173)		Weber: Regen-geräusche (194)
08:55	Buck: Lombard-Sprache: Konzepte (103)	Seidler: Ringschleifen (112)	Nsabimana: transients in audio signals (121)	Blauert: Scheinwelten, Wirkwelten (131)	Becker: Strukturen in Sprachdaten-korpora (142)	Mettin: cavitation bubbles (152)	Hampel: BEM und Strahlenver-fahren (162)	Petersson: Stiffened Plates (173)	Betke: Offshore-Ramarbeiten (183)	Lievens: Messung Gehrschall (194)
09:20	Huber: Mehrkanal-Störgeräuschred (103)	Koschier: optische Netze (113)	Löschke: Musik-instrumente diff. (121)	Notbohm: alltägliche Geräusche (132)	Hoffmann: historische Sammlung (142)	Lieber: Ultraschall und Kavitation (153)	Von Karstedt: Verfahren Freiraum (163)	Weith: Mikro-Struktur-Kompositen (174)	Dörries: Schallimmission in der WEA (183)	Kling: Dämpfung in der Bauakustik (195)
09:45	Drascher: Sound Quality Carkit Tel. (104)	Borß: interaktive Web-Services (113)	Skowronek: Perkussivität (122)	Ernst: Innenohr-nichtlinearitäten (133)	Zukic: fractional delay filters (143)	Maaß: Ultraschall-durchf.-reaktor (154)	Petersen: Infinite Elemente (164)	Fehse: Design Schienenfahrz. (174)	Paulsen: platzende Rohre (184)	Schmelzer: dyn. Steifigkeit (196)
10:10	Mildner: Speaker Identification (105)	Rettenbacher: MPEG-7 Klassifikation (114)	Ulltsch: Temporal audio features (123)	Oberfeld: Intens. Discrimination (133)	Grimm: Emotion Assessment (143)	Kröniger: laserinduzierte Blasen (155)	Marburg: Moden Außenraum (164)	Weber: Bauteilanzregungs-maschinen (175)	Klausner: Häck-selmaschinen (185)	Wittstock: Messung Luftschalldämm. (196)

11:00 Audimax: Plenarvortrag O. von Estorff: „Numerische Berechnungen in der Akustik: Brauchen wir demnächst keine Messungen mehr?“ (26)

11:45 Audimax: Plenarvortrag R. Ewert: „Die Simulation von Strömungs-lärm bei Verkehrsflugzeugen.“ (27)

12:30

Mittagspause

Mittwoch, 22. März

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
					Stromungs-lärm (+1 Poster)					Wände, Treppen, Fenster
14:00	Klasmeyer: Qualität von Freisprechern (105)	Oschlies: Arrays Musikaufnahme (115)	Kurtin: Rhythm. Audiomerkmale (123)	Meinhof: psychoak. Software (134)	Becker: Umströmung einf. Geometrien (144)	Schanz: Sonochem. Reaktionen (156)	Franck: Raumakust. Üb.-funktionen (165)	Guimaraes: Schmierung Wälzlager (175) (185)	Kühner: Prognose Schießlärm (185)	Schoenwald: Gipskartonstän- derwände (197)
14:25	Wendemuth: Speech Intelligib. in Cars (106)	Menzel: Binaurale Raumsynth. (116)	Müller: Audio Matching (124)	Sukowski: Verkehrslärm und Kinder (135)	Lauke: Umströmungs- geräusch (145)	Jenderka: kavitierende Feldern (156)	Drenckhan: Lokalisierung mit inv. FEM (166)	Rolshofen: Rückprojektion ak. Wellen (176) (186)	Wellhöfer: Skateanlagen (186)	Schneider: Mau- erwerkswände FEM (198)
14:50	Kettler: Speech Qu. Parameters (107)	Schuller: Discrim. Musical Signals (125)	Peters: Mehrperso- nenbüro (136)	Strobel: Ultra- schallreinigung (157)	Kolb: Hochauf- triebsflügel (146)	Anderssohn: nicht-lineare Rekonstruktion (167)	Fend: Skateanlagen (187)	Naumann: Austrocknung Porenbeton (198)		
		Schieneinfz. I						KFZ I (+1 Post.)		
15:15	Lieb: Telefon aus Fahrzeug (107)	Guillemard: Kurze: Schall 03-2006 (116)	Kaernbach: Rehearsal von Tonhöhe (136)	Zucchini: strömungsinduz. Schall (147)	Sobotta: Sauerstoff- Entgasung (158)	Kaltenbacher: FEM präzise Berechnung (167)	Haverkamp: Bremsenquiet- schen Fahrz. (177)	Pause	Mayr: Bolzentreppe (199)	
						Technische Akustik			Qual. Sprachl. Kommunik.	
15:40	Gädick: Sprachqualitäts- bewertung (108)	Eichenlaub: Vermessung der Schienenrauheit (117)	Holters: Shelving Filters (126)	Fruhmann: Ausgeprägth. Tonhöhe (137)	Schulze: EIF-Ansatz (147)	Pause	Schröder: Flüsterspiegel (168)	Zöllner: Vibration Brake Pedal (178)	Jaeckel: Aussprache nicht muttersprachl. (187)	Kurz: Leichtbau- treppen (200)

Mittwoch, 22. März

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
	Sprachakust. im KFZ II	Schienenfz. I	Binaur. Hören II	Psychoakustik	Strömungsärm	Ultraschall	Technische Akustik	KFZ I (+1 Poster)	Qual. Sprachl. Kommunik.	Wände, Treppen, Fenster
16:05	Wolff: Optim. Sprachverständl. (108)	Krüger: Neu DIN EN ISO 3381 (117)	Hess: binauraler Erreg.muster (127)	Pause	Pause	Fischer: Reflexion Luftultraschall (158)	Diask: Air Column Resonance Freq. (169)	Arndt: Verzahnungsgeräusch (179)	Raake: Speech Rec. Threshold (188)	Ahlefeldt: gekippt. Fenster (200)
16:30	Pause	Eichenlaub: Neu DIN EN ISO 3095 (118)	Faller: Auswahl binauraler Cues (127)	Fingerhuth: Tonhaltig. Reluktanzmaschinen (137)	Ortmann: Aerodynamik Tragflächen (148)	Olzewski: Ultraschalllautsprecher (159)	Prager: enge Hohlräume (169)	Von Estorff: Pkw-Getriebe (180)	Jekosch: Hörgeschädigte und Telefon (189)	Sass: Temperatur Verbandscheiben (201)
	Luftschall-Impedanz									
16:55	Boonen: Two Mic. Transfer Function Method (109)	Lenz: Straßenbahn Gleisbogen (118)	Kollmeier: Oldenburger Hörthron (128)	Kerber: Ruhehörschwelle abgelenkt. VP (138)	Carolus: Aerofoil in Turbulent stream (148)	Kühncke: Ultraschall-Arrays (160)	Schulz: Absorber und Kapselg. (170)	Brand: Luftsäurenreson. Abgasanlagen (180)	Wälder: Qualität Sprachübertr. (190)	Barsikow: Fenster-Analyse mit Arrays (201)

Mittwoch, 22. März

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
										Haustechn. (+1 Poster)
17:20	Kruse: In-situ Impedanzmessung (110)	Nentwich: Klimaanlage Reisezug (119)	Fels: Wachstum der Pinna (128)	Wegmann: Wellenfeldsyn./Stereo (138)	Herr: Hinterkantenlärm (149)	Hirse Korn: dyn. Kraftmikroskopie (161)	Boden: neuartige Laserschallquelle (170)	Foken: Baukasten Schalldämpfer (181)	Scholz: Direktheit/Frequenzg. (191)	Bollmann: Ummantelungen Abwasser (202)
17:45	Fuhs: Validierung Adrienne-Verf. (110)	Kamp: hochliegende Schallquellen (119)	Epp: Verarbeitung im Freifeld (129)	Deutsch: zeitvar. tonale Komponenten (139)	Windisch: Freistrahler-Windkanal (150)		Schneider: mobile Objekte (171)	Vorländer: Multipolsynthese (182)	Hammer: Interactive Conversations (192)	Späh: Emplangsplatterprüfstand (203)
18:10	Fuhs: Lautsprecher-richtch. (111)		Sokoli: virtueller Kopfhörer (130)	Blumschein: fundamentale Korrekturen (140)	Zeibig: überströmte Strebenmodelle (151)		Kehl: flüssigkeitsgefüllte Tanks (172)	Miranda: Hybrid FEM-SEA (182)	Möller: Sprachdialogdienste (193)	Leistner: raumluftechn. Anlagen (204)

ab 19:00 Uhr: Geselliger Abend (Mensa)

Donnerstag, 23. März

Raum	SN 19.1	SN 19.2	SN 19.3	SN 19.7	PK 3.2	PK 3.3	PK 4.1	PK 4.3	PK 4.4	PK 4.7
		Fluglärm	RAR+Hallraum (+1 Poster)	Schulakustik	Lehre + Geschichte			Schallausbr.		Raumakustik allgemein
14:00	Beilmann: Sitzvibrationen im Labor (208)	Vogelsang: Fluggeräuschemissionen (214)	Milz: Reflex.-arme Räume (223)	Tiesler: Raumak. Ergonomie Schule (228)	Blau: Vorlesungen FH OOW (236)	Kühnelt: Tonerzeugung Flöte (243)	Redmann: Sandwichverbund SEA (250)	Hofmann: Einfluss Segmentierung (256)	Metzen: Kombinierte Immissionen (265)	Völker: Büro Abschirmung (272)
14:25	Seitz: Warnsignale (209)	Vogelsang: Fluglärmberechnung (215)	Gerlach: Halbfreifeldraum (224)	Oberdörster: Ergonomie Schule (229)	Hansen: Software psylab (236)	Ziegenhals: Metallblasinstrumente (244)	Bretz: Sim. Ultraschallreinigung (251)	Hirsch: Ausbr.-modell gr. Entfernungen (257)	Probst: Einzelbewertung Lärm HRTFs (265)	Silzle: Länge, Anzahl HRTFs (272)
14:50	Meschke: Körpersch.-dämpfung (209)	Myck: zivile Flugzeugklassen (216)	Remmers: Diffusität Hallraum (224)	Seidel: Grundschulen Untersuch. (230)	Milbrod: Audiometrie (237)	Huber: Parameter bei Trompetern (245)	Bahr: Simulation der Erwärmung (252)	Heutschi: Eisenbahneinschnitte (258)	Herhold: Lärmindizes aus Mittelungspg. (266)	Graber: angegestreckte Räume (273)
						Musikal. Ak. (+1 Poster)	Verbrenn.-lärm			
15:15	Kramer: Messung Absorption (210)	Thomann: Richtch. Flächenflugzeuge (217)		Klatte: Akustik in Schulen Ergebnisse (230)	Künzel: Lärmraster Guaratinguetá (238)	Stepanek: Principal 8' Sound (246)	Pause	Piorr: höherliegende Quellen (259)	Daniel: Umgebungslärm in Bremen (266)	Witew: Konzertsäle Klarheitsmaß (273)
15:40	Duval: In situ / Simulation p-uprobes (210)	Krebs: SANCTE Fluglärm (218)		Mommeritz: Nachhall Unterrichts. (231)	Költzsch: Geschichte der Akustik (238)	Bergweiler: gekoppelte Orgelpfeifen (246)	Brick: Schallabstr. von Flammen (253)	Ziemann: variabler Atmosphäre (259)	Giering: EU-Umgebungslärm RLP / Saarland (267)	Ribeiro: concert hall model (274)
16:05	Pfaffelhuber: Unterbodenverkleidungen (211)	Balmer: Berechnungsverf. SANCTE (219)		Martens: Unterrichts-räume (232)		Rosner: Tonfolgen Talasystem (247)	Habisreuther: LES-Simulation Drillflamme (253)	Frommolt: Hundekunstkopf (260)	Guidati: EU-Projekt Quiet City (268)	Machner: raumakust. Parameter (275)

16:30 Uhr: Abschlussveranstaltung (Neuer Senats-Sitzungssaal)

Grußwort der Tagungsleitung

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

was 2004 in Prag während der Internoise mit der harmlosen Frage von Joachim Scheuren begann - „Steht Ihr noch zu Eurer Zusage?“ - ist nun Wirklichkeit geworden: Die Technische Universität und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig heißen Sie herzlich willkommen zur DAGA '06!

Warum gerade Braunschweig?

Wer nach Braunschweig kommt, erlebt eine Stadt, in der sich Tradition und Moderne, Kultur und Wissenschaft die Hand geben. Vor allem die Wissenschaft wird in Braunschweig großgeschrieben: Mit seinen zahlreichen, international renommierten Forschungseinrichtungen und Unternehmen gehört Braunschweig zu den führenden europäischen Forschungsregionen - mehr als 15.000 Menschen arbeiten hier in Forschung und Entwicklung. Zu dieser Forschungsdichte tragen vier Hochschulen, drei Bundesforschungsanstalten, zwei Helmholtz-Institute, zwei Fraunhofer-Institute und eine Forschungseinrichtung der Leibniz-Gemeinschaft ebenso bei wie die forschende Industrie, die in der Region durch Firmen wie VW, Siemens, Intel und die Salzgitter AG prominente Vertreter hat. Gemessen an den Wirtschaftsleistungen belegt Braunschweig mit dem höchsten Anteil an Forschungs- und Entwicklungsausgaben Platz eins in Europa. Braunschweig nennt sich daher zu Recht eine Stadt der Wissenschaft.

Die PTB und Akustik

Zu diesem Renommee trägt nicht unwesentlich die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) bei, in der nicht nur die Zeit „gemacht“ wird, sondern auch das Meter, das Kilogramm, das Newton und alle anderen physikalischen Einheiten.

Die PTB war zunächst als Museum geplant! 1887 wurde statt dessen die „Physikalisch-Technische Reichsanstalt für die experimentelle Förderung der exakten Naturforschung und der Präzisionstechnik“ gegründet. Glanzvolle Namen verbinden sich seither mit der PTB: Werner von Siemens, Hermann von Helmholtz, Willy Wien (Wiensches Strahlungsgesetz), Friedrich Kohlrausch (Lehrbuch der praktischen Physik), Hans Geiger (Geigerzähler), Albert Einstein, Harald Schering (Schering-Brücke), Walther Nernst (Chemie-Nobelpreis), Max von Laue,

Werner Heisenberg, Walther Bothe (Nobelpreis Physik), um nur einige zu nennen.

Die PTB betreibt heute mit ca. 1.500 Mitarbeitern Forschung und Entwicklung auf allen Gebieten des physikalisch-technischen Messwesens, Prüfung und Zulassung physikalisch-technischer Geräte und Beratung von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik in technisch-wissenschaftlichen Fragen. Die Akustik ist insbesondere auf den Arbeitsgebieten Hörschall, Ultraschall, Medizinakustik, Bauakustik/Raumakustik und Geräuschemesstechnik vertreten.

Die TU Braunschweig und Akustik

Die Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig ist die Alma Mater für 14.000 Studierende und über 2.600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Den Namen „Carolo-Wilhelmina“ hat die TU von ihren Gründervätern, den Herzögen Carl und Wilhelm von Braunschweig-Lüneburg, erhalten. Ihre Geschichte begann bereits 1745 mit der Gründung des Collegium Carolinum, damit ist sie die älteste Technische Universität Deutschlands. Heute, mehr als 250 Jahre später, bietet die TU Braunschweig mit ihren 111 Instituten und Seminaren hervorragende Voraussetzungen für zukunftsorientierte Forschung und Lehre. Die Akustik ist auf die Fakultäten Maschinenbau, Bauingenieurwesen, Architektur und Elektrotechnik verteilt. Als Bindeglied wurde 2004 das Forum Braunschweiger Akustiker (FBA) gegründet. In ihm sind Forscher und Hochschullehrer dieser Fachbereiche sowie der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und der Materialprüfanstalt Braunschweig zusammengeschlossen. Die Ziele des FBA sind die Koordinierung der fachbereichsübergreifenden Akustik-Lehre an der TU, der Ausbau von Kooperationen in der Forschung sowie die Entwicklung von Industriekontakten.

Besonderheiten der Braunschweiger DAGA

Auf der Braunschweiger DAGA haben wir der begleitenden Ausstellung besondere Sorgfalt gewidmet. Sie ist „mitten drin“, im Architekturpavillon, wo Sie auch mit Getränken versorgt werden. Zu Beginn der Ausstellung können die Aussteller wieder in einem „Produktforum“ auf ihre Exponate hinweisen. Während dieser Zeit finden keine anderen Veranstaltungen statt.

Die Vorkolloquien behandeln zwei Braunschweiger Schwerpunkte: Bauakustik (haustechnische Anlagen, Schwingungen,

Numerische Berechnungen) und Ultraschall mit Hinblick auf medizinische Anwendungen. Auch die Plenarvorträge werden von heimischen Kollegen gehalten (Prof. Altenmüller, Hochschule für Musik und Theater Hannover; Dr. Ewert, DLR Braunschweig; Dr. Niehoff, Fa. Sennheiser electronic, Wedemark) bzw. betreffen hier vertretene Schwerpunkte (Prof. v. Estorff, Institut für Modellierung und Berechnung, TU Hamburg-Harburg). Zum Dienstag-Abendvortrag sind Sie in den Braunschweiger Dom zu einem Vortrag über Kirchenakustik (Prof. Jürgen Meyer) mit anschließendem Konzert eingeladen.

Die Exkursionen führen diesmal zur akustik-verwandten Industrie rund um Braunschweig, nämlich zu Sennheiser - dem Hersteller von Produkten aus allen Bereichen der Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe von Schall, zur Pianofabrik Schimmel und in das Akustikzentrum des VW-Werks in Wolfsburg.

Also 3,5 Tage nur Arbeit?

Nein! Wenn Sie überhaupt einen Ausgleich brauchen, so finden Sie ihn spätestens am Mittwoch Abend bei Essen, Trinken und Schnacken in der Mensa der TU - begleitet von der TU Bigband und den Swing Units (die Schwingereinheit ist eine Ergänzung des SI-Einheitensystems durch die PTB). Und: bringen Sie Ihr Musikinstrument oder Ihr Organ mit! Die „DAGA Allstars“ laden wieder zur Jam-Session ein! Ja, und wenn das noch nicht reicht, so schauen Sie einfach mal ins Internet, z.B. unter www.braunschweig.de → Stadtportrait, und ganz unten auf der Seite: Gastronomieführer oder Veranstaltungskalender. Oder entdecken Sie die Traditionsinseln Burgplatz, Altstadtmarkt, Magniviertel, Michaelis und Aegidien. Oder... oder...

Wir möchten Ihnen also eine in jeder Hinsicht befriedigende DAGA '06 wünschen! Wenn das gelungen sein sollte, dann deswegen, weil viele Hände mit angepackt und geholfen oder Sachleistungen gespendet haben. Ihnen allen gilt unser herzliches Dankeschön.

Für das DAGA '06-Team

Sabine Langer

Werner Scholl

Hinweise zur Tagung

Die

32. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA '06

findet vom

20. bis 23. März 2006

in

Braunschweig

statt. Tagungsort sind das Altgebäude und das Audimax der TU Braunschweig. Eine Anfahrtsbeschreibung sowie Lagepläne finden Sie ab Seite 296. Tagungssprachen sind Deutsch und Englisch. Am Montag, den 20.03.06, werden zwei Vorkolloquien ausgerichtet. Die DEGA-Mitgliederversammlung findet wieder am Montag Nachmittag statt.

Veranstalter

- Fachbereich Angewandte Akustik, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig
- Institut für Angewandte Mechanik, Technische Universität Braunschweig
- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)

Mitveranstalter

- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)

Tagungsorganisation

- Prof. Dr.-Ing. H. Goydke
- Dipl.-Phys. D. Krause
- Prof. Dr.-Ing. S. Langer
- Prof. Dr.-Ing. A. Schmitz
- Prof. Dr.-Ing. W. Scholl
- Dr.-Ing. V. Wittstock
- Forum Braunschweiger Akustiker

Organisation der tagungsbegleitenden Ausstellung

Dr. Martin Schmelzer

E-Mail: ausstellung@daga2006.de

Weitere Informationen siehe Seite 21

Themen der Tagung

Aktive akustische Systeme, Akustische Messtechnik, Audiologische Akustik, Audiotechnik, Bauakustik, Bioakustik, Elektroakustik, Fahrzeugakustik, Hydro- und Geoakustik, Körperschall, Lärmausbreitung, Lärmschutz, Medizinische Akustik, Messunsicherheit, Musikalische Akustik, Numerische Akustik, Physikalische Akustik, Psychoakustik, Raumakustik, Schwingungstechnik, Sprachverarbeitung, Strömungsakustik, Technische Akustik, Ultraschall,

sowie alle weiteren Fachgebiete der Akustik und solche, die interdisziplinär mit der Akustik verbunden sind.

Vorkolloquien

In bewährter DAGA-Tradition finden am Montag, den 20. März 2006 folgende zwei Vorkolloquien statt (entsprechend den Arbeitsschwerpunkten der Akustiker in der Region):

- Bauakustik (organisiert von W. Scholl, siehe S. 29)
- Ultraschall (organisiert von Ch. Koch, siehe S. 33)

Plenarvorträge

Jeweils in der Mittagszeit halten eingeladene Vortragende Übersichtsvorträge zu aktuellen Themen von allgemeinem Interesse:

- Prof. Dr.-Ing. O. v. Estorff, Institut für Modellierung und Berechnung, TU Hamburg-Harburg: „Numerische Berechnungen in der Akustik: Brauchen wir demnächst keine Messungen mehr?“ (S. 26)
- Dr. R. Ewert, Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR), Braunschweig: „Die Simulation von Strömungslärm bei Verkehrsflugzeugen“ (S. 27)
- Prof. Dr. E. Altenmüller, Hochschule für Musik und Theater Hannover: „Die Musik spielt im Gehirn: Erkenntnisse zum neurobiologischen Ursprung der Musikwahrnehmung“ (S. 28)
- Dr. W. Niehoff, Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark: „Der lange Weg der Mikrofone - vom analogen Wackelkontakt zum digitalen Ja/Nein“ (S. 28)

Darüber hinaus finden zwei Plenarvorträge der Preisträger des Lothar-Cremer-Preises sowie der Helmholtz-Medaille statt.

Strukturierte Sitzungen

Die Strukturierten Sitzungen wurden von fachkundigen Organisatoren aus eingeladenen Beiträgen zusammengesetzt.

- Aktive Schwingungs- und Lärmbekämpfung (Jakob, Schirmacher - Fachauss. Physik. Akustik, ab S. 75)
- Entwicklungen auf dem Gebiet des binauralen Hörens, mit Schwerpunkt Modellierung und Anwendungen (Kohlrausch, ab S. 50 bzw. 127)
- Körperschall (Sarradj - Fachauss. Physik. Akustik, ab S. 173)
- Metrologie in der Akustik (Fedtke, ab S. 61)
- Music processing (Clausen, Kohlrausch, Kurth, Müller, Schuller, ab S. 120)
- Numerische Methoden in der Akustik (von Estorff, Marburg - Fachauss. Physik. Akustik, ab S. 162 bzw. 248)
- Physik der Musikinstrumente (Widholm, Kühnelt, Baumgart - Fachauss. Physik. Akustik, ab S. 239)
- Qualitätsaspekte sprachlicher Kommunikation (Möller, Raake - Fachauss. Sprachakustik, ab S. 187)
- Schallemission (Kurtz, ab S. 88)
- Schulakustik (Mehra - Fachauss. Lehre in der Akustik, ab S. 228)
- Sprachakustik im Kraftfahrzeug (Gierlich, Klammer - Fachauss. Sprachakustik, ab S. 38 bzw. 102)
- Stimm- und Sprechakustik (Kob, Kröger - Fachauss. Sprachakustik, ab S. 225)
- Strömungslärm: Numerik und Versuch (Delfs, ab S. 144)
- Verbrennungslärm (Ochmann, Brick, Piscoya - Fachauss. Physik. Akustik, ab S. 253)
- Wahrnehmung und Wirkung von tieffrequentem Schall (Krahé, Siegmann - Fachauss. Lärm, Fachauss. Hörakustik, ab S. 60)
- Workshop TA Lärm und „Muster“-Zuschlag (Schulte-Fortkamp, Genuit - Fachauss. Lärm, ab S. 57)

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. Die Vorträge sollten also zeitlich genau auf dieses Raster ausgerichtet sein. Der zeitliche Ablauf wird durch signalgebende Uhren in den Vortragssälen überwacht. *Zeitüberschreitungen sind nicht möglich.* Die Sitzungsleiter werden Vorträge, die zu lange dauern, abbrechen. Bitte richten Sie Ihren Vortrag also auf die Vortragsdauer von 15 min ein.

Medien

Jeder Vortragssaal ist mit einem Overhead-Projektor, einem PC und einem Beamer mit einer Standardauflösung von 1024 x 768 Pixeln ausgestattet. Falls Sie eine Bildschirmpräsentation bevorzugen (PowerPoint, PDF), beachten Sie bitte folgende Hinweise. Zur Vermeidung von Inkompatibilitäten kann der Vortrag gerne über einen **eigenen Laptop** präsentiert werden. Dies ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn spezielle Schriftarten, Audio- oder Videokomponenten enthalten sind. Für Bildschirmpräsentationen **ohne eigenen Laptop** steht ein PC mit Microsoft PowerPoint und Adobe Acrobat Reader (Windows XP, Office XP) zur Verfügung. Es wird dringend empfohlen, sich die umfangreichen technischen Hinweise zur Umgehung der üblichen Probleme bei Bildschirmpräsentationen auf unserer Homepage unter 'Hinweise für Vortragende' durchzulesen. Bei Verwendung eines eigenen Laptops ist der Vortragende dafür verantwortlich, dass sein Laptop zu Beginn der Redezeit mit aktiviertem VGA-Ausgang bereit ist.

Falls Sie die vorhandenen PCs nutzen wollen und Ihre Daten erst zur Tagung mitbringen, beachten Sie bitte folgende Hinweise: Bringen Sie Ihre Daten bitte auf einer CD-ROM oder einem USB-Stick mit. Bei PowerPoint-Präsentationen empfehlen wir, neben der PowerPoint-Datei sicherheitshalber auch eine rechnerunabhängige Variante mit der Methode „Pack & Go“ (über das Menü „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, bieten wir einen Funktionstest Ihres Vortrages an. Aus organisatorischen Gründen müssen die zu testenden Vorträge bis zum 1. März 2006 per E-Mail an info@daga2006.de eingereicht werden. Weiterhin steht ein Vorbereitungsraum für den

Test Ihrer Präsentation zur Verfügung.

Das Abspielen von Audio-Beispielen ist im Rahmen eines Vortrags in jedem Hörsaal mit guter Monoqualität möglich. Sofern ein eigener PC für den Vortrag eingesetzt wird, kann dieser mit Hilfe eines 3,5 mm Klinkensteckers (Standard-Audioverbindung für PCs) mit der Audioanlage verbunden werden. Falls Sie besondere Wünsche an die Audiowiedergabe haben (Stereo, besonderes Audioformat ö.ä.) bitten wir Sie, diese bis spätestens Ende Februar der Tagungsorganisation unter info@daga2006.de mitzuteilen.

Poster

Jedes Poster wird von den Organisatoren einer geeigneten Kurzvortragssession zugeordnet. Vorschläge durch den Autor sind bei der Anmeldungsprozedur möglich. In allen Kurzvortragssessions wird auf die jeweils zugeordneten Poster regelmäßig hingewiesen. Eine separate Kurzpräsentation der Poster durch ihre Autoren entfällt damit. Es ist im Tagungsbüro anzugeben, zu welchen Zeiten die jeweiligen Autoren an ihren Postern anwesend sind.

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 Nadeln zum Anbringen der Poster werden gestellt. Alle Poster werden zentral an einem gemeinsamen Ort ausgestellt und bleiben dort und bleiben dort von Dienstag bis Donnerstag hängen.

Hinweise zum Poster-Layout

Das Poster sollte für sich selbst sprechen, d.h. auch dann klar und verständlich sein, wenn entweder gerade keine Ansprechperson da ist, um Fragen zu beantworten, oder wenn die Ansprechperson gerade in einer Diskussion mit anderen Tagungsteilnehmern ist.

Um zu erreichen, dass ein Poster „selbsterklärend“ ist, bedenken Sie folgende „Elemente“ der Präsentation, die z. B. jeweils blockweise visuell dargestellt werden können:

- Thema, Ziel, Absicht des Beitrags
- Hintergrundinformation, frühere Arbeiten
- Annahmen, Ausgangspunkte der Arbeit
- experimenteller Aufbau, Block-Diagramme
- Theoretischer Zusammenhang
- Ergebnisse, Daten, Graphiken der Ergebnisse
- Schlussfolgerungen, Bewertungen, zukünftige Aufgaben

Informationen zur Abgabe der Manuskripte

Nachstehend finden Sie alle Informationen über die Abfassung und Abgabe des Tagungsbeitrages zur DAGA '06 in Braunschweig. Diese sind grundsätzlich in elektronischer Form abzugeben.

Länge und Formate des Beitrages:

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 zweispaltig beschrieben werden. Vorlagen für Word und \LaTeX stehen auf der Webseite

www.daga2006.de

unter 'Autoren → Richtlinien für Autoren' zur Verfügung. Für Benutzer von Microsoft-Word und \LaTeX können die entsprechenden Files direkt als Vorlage genutzt werden. Bei der Nutzung anderer Textverarbeitungsprogramme sind die Formate entsprechend zu übernehmen.

Abgabe des Tagungsbeitrages:

Der Tagungsbeitrag kann als Word- oder direkt als PDF-File eingereicht werden. Benutzen Sie dafür bitte das unter

www.daga2006.de

zur Verfügung gestellte Web-Interface. Die Abgabe des Beitrages ist bis **spätestens zum 23.03.2006** (Ende der DAGA-Tagung) durchzuführen.

Verspätet abgegebene Beiträge können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden. Falls eine Abgabe des Tagungsbeitrages über das Web-Interface nicht möglich ist, können Sie auch die Files per Diskette oder CD-ROM auf der DAGA '06 im Tagungsbüro abgeben.

Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM voraussichtlich im Sommer 2006 an die Tagungsteilnehmer versendet. Eine CD pro Tagungsteilnehmer ist in der Tagungsgebühr enthalten. Zusätzlich können gedruckte Tagungsbände beim Tagungsbüro während der Tagung oder anschließend (zu einem höheren Preis) bei der DEGA-Geschäftsstelle bestellt werden. Gedruckte Tagungsbände sind in der Tagungsgebühr nicht enthalten.

Tagungsbegleitende Ausstellung

Integraler Bestandteil der DAGA '06 ist die Möglichkeit zur Präsentation von Geräten, Verfahren und technischen Werkstoffen (Ausstellung). Wenn Sie daran teilnehmen möchten, wenden Sie sich bitte frühzeitig an die Tagungsorganisation.

Weitere Informationen:

Dr. Martin Schmelzer

Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig

E-Mail: ausstellung@daga2006.de

<http://www.daga2006.de> → Ausstellung

Bis zum 31.12.2005 haben sich folgende Firmen zur Tagungsbegleitenden Ausstellung angemeldet:

- 01dB GmbH
- AKsys GmbH
- Akustik Technologie Göttingen GbR
- Berleburger Schaumstoffwerke GmbH
- Braunstein & Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- Caparol GmbH
- DataKustik GmbH
- Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG
- GFal e.V.
- G.R.A.S. Sound & Vibration A. S.
- HEAD acoustics GmbH
- IAV GmbH
- Knowles Acoustics
- LMS Deutschland GmbH
- Microflown Technologies B.V.
- Norsonic-Tippkemper GmbH
- Novicos GmbH
- RP acoustics e.K.
- Sennheiser electronic GmbH & Co. KG
- Sonogamma
- Wölfel Meßsysteme - Software

Ebenso befindet sich neben dem Tagungsbüro ein Büchertisch, an dem Bücher aus dem Bereich Akustik eingesehen und erworben werden können.

Produkt-Forum

Wie schon im letzten Jahr wird wieder ein Produkt-Forum angeboten. Um eine möglichst große Zuhörerschaft zu erreichen, findet es als Plenarveranstaltung ohne parallele Sitzungen im Anschluss an die Eröffnungsfeierlichkeiten am Dienstag um 12:00 Uhr im Audimax statt. In einer jeweils zweiminütigen Präsentation haben die Aussteller der tagungsbegleitenden Ausstellung die Möglichkeit, auf ihre Produkte und Ideen hinzuweisen.

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Montag, den 20. März 2006, findet um 17:00 Uhr die DEGA-Mitgliederversammlung statt. Bitte merken Sie sich den Termin vor. Die offizielle Einladung und die Tagesordnung werden auf der DEGA-Webseite publiziert und gehen den Mitgliedern der DEGA mit dem nächsten Sprachrohr zu.

Fachausschuss- und Gremiensitzungen

Während der DAGA werden verschiedene Gremiensitzungen stattfinden, und zwar vorwiegend in der Mittagspause. Räume und Zeiten der Fachausschuss-Sitzungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr bekannt gegeben. Zusätzlich werden diese Informationen über einen Flyer in der Tagungstasche (und beim Tagungsbüro) verfügbar sein.

Rahmenprogramm

Das wissenschaftliche Programm der DAGA '06 wird durch zwei Abendveranstaltungen und verschiedene Exkursionen ergänzt. Am Dienstag Abend um 19:30 Uhr findet im Dom zu Braunschweig ein festlicher Abendvortrag von Herrn Prof. Jürgen Meyer („Kirchenakustik und Denkmalschutz - ein Widerspruch?“) mit anschließendem Konzert statt.

Am Mittwoch Abend wird zu einem ungezwungen Meinungs- und Erfahrungsaustausch bei einem herzhaften Essen, Getränken und Musik ab 19:00 Uhr in die Mensa der TU geladen. In diese Veranstaltung ist natürlich die traditionelle Jamsession der „DAGA-Allstars“ integriert. Jeder ist herzlich eingeladen, zum musikalischen Gelingen des Abends beizutragen.

Daneben empfehlen wir am Montag den Besuch eines Sinfoniekonzerts des Staatsorchesters Braunschweig, das um 20:00 Uhr in der Stadthalle Werke von Gustav Mahler, Peter Ruzicka und Franz Schubert spielen wird. Es dirigiert Peter Ruzicka. Karten können unter www.staatstheater-Braunschweig.de gebucht werden; auch an der Abendkasse werden voraussichtlich Karten verfügbar sein.

Außerdem sind Besichtigungen der Firmen Sennheiser und Schimmel Pianofortefabrik vorgesehen, und wird eine Führung im Akustikzentrum des VW-Werkes in Wolfsburg organisiert. Eine Anmeldung zu den Exkursionen ist leider nicht mehr möglich, da sich in allen drei Fällen bereits mehr Teilnehmer angemeldet haben als Plätze vorhanden sind. Auskünfte über Restplätze erhalten Sie vor Ort im Tagungsbüro.

Anmeldung zur Teilnahme

Die Anmeldung zur Teilnahme soll vorzugsweise im Internet unter www.daga2006.de

(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 309 verwenden.

Late Poster

Bitte beachten Sie, dass die Anmeldung eines mündlichen Vortrags leider nicht mehr möglich ist, da die Anmeldefrist am 1.11.2005 abgelaufen ist. Wie im letzten Jahr besteht aber wieder die Möglichkeit, ein „Late Poster“ anzumelden, und zwar bis zum 31. Januar 2006. Dies beinhaltet - wie für Vorträge und Poster auch - einen zweiseitigen Beitrag im Tagungsband. Die Anmeldung und Koordination läuft per E-Mail über poster@daga2006.de.

Teilnahmegebühren

Die Teilnahmegebühren entnehmen Sie bitte der Tabelle auf der nächsten Seite. Das Paketangebot für Nicht DEGA-Mitglieder umfasst neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklusive des Mitgliedsbeitrags für das Jahr 2006. Dieses Paketangebot ist auf Grund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. Nach Ablauf des Jahres 2006 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.

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-ROM im Sommer 2006. Eine

Gruppe	Mitglieder ⁽¹⁾	studierend	Rentner ⁽²⁾	€ früh ⁽³⁾	€ spät ⁽⁴⁾
1 ⁽⁵⁾	nein	nein	nein	210,-	240,-
2	nein	nein	nein	200,-	230,-
3	ja	nein	nein	150,-	180,-
4	ja	nein	ja	75,-	100,-
5 ⁽⁶⁾	nein	ja	nein	70,-	80,-
6	nein	ja	nein	60,-	70,-
7	ja	ja	nein	30,-	40,-

⁽¹⁾:Mitglied in DEGA, VDI, DPG, ITG, VdT

⁽²⁾:Die Teilnahmegebühren für „Rentner“ gelten auch für Erwerbslose. Teilnehmer aus dieser Kategorie, die nicht Mitglied ⁽¹⁾ sind, zählen zu Gruppe 2.

⁽³⁾:Gebühr bis einschl. 31. Jan. 2006

⁽⁴⁾:Gebühr ab dem 1. Feb. 2006

⁽⁵⁾:*Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA im Jahr 2006

⁽⁶⁾:*Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft als Studierende(r) in der DEGA im Jahr 2006

gedruckte Version des Tagungsbandes ist gegen eine Kostenbeteiligung von 50,- € erhältlich. Dieser Preis gilt als Subskriptionspreis bei Bestellung vor oder während der Tagung. Nachträgliche Bestellungen des Tagungsbandes sind möglich; der Preis beträgt dann 75,- € zuzügl. MwSt.

Zahlungsweise

Zahlungen innerhalb Deutschlands sollten vorzugsweise per Lastschriftinzug durchgeführt werden und aus dem Ausland per Kreditkarte. Bei der online-Anmeldung über www.daga2006.de können Sie die entsprechenden Angaben machen.

Falls keine Zahlung per Internet veranlasst werden soll, kann auch eine Zahlungsermächtigung von obiger Webseite heruntergeladen werden. Bitte füllen Sie diese aus, und senden Sie diese unterschrieben an die DEGA-Geschäftsstelle (siehe Impressum, Umschlagseite).

Ebenso kann der Betrag auf folgendes Konto überwiesen werden:

Konto-Inhaberin: DEGA e.V.
Oldenburgische Landesbank
BLZ: 280 200 50
Konto-Nr.: 108 372 01 06
(IBAN: DE55 2802 0050 1083 7201 06, BIC: OLBODEH2)

Hinweise zur Gastronomie

Mensa: Die Tagungsteilnehmer haben die Möglichkeit, in der Mensa Katharinenstraße zum ermäßigten Mitarbeiterpreis zu essen. Die Bezahlung erfolgt in bar jeweils hinter der Essensausgabe. Um die Ermäßigung in Anspruch zu nehmen, ist das DAGA-Namensschild an der Kasse zu zeigen.

Restaurants in der Nähe der TU:

- Chong Palast (Chinesisch), Gliesmaroder Str. 15, Tel.: (0531-) 2340009
- Dialog, Rebenring 48, Tel.: (0531-) 331455
- El Mundo (Spanisch), Büldenweg 81, Tel.: (0531-) 344999
- Lindenhof (Italienisch), Kasernenstr. 20, Tel.: (0531-) 338722
- Mephisto (International), Fallersleber Str. 35, Tel.: (0531-) 41066
- Pizzeria Parco (Italienisch), Büldenweg 95, Tel.: (0531-) 3808202
- Sri-Thai (Thailändisch), Wendenring 4, Tel.: (0531-) 25055

Weitere Hinweise zu Gastronomie in Braunschweig finden Sie unter www.braunschweig.de → Stadtportrait (→ dort ganz unten) oder während der Konferenz beim Tagungsbüro.

Wichtige Termine zur DAGA '06

- *31. Januar 2006:* Letzter Termin für die Einzahlung der regulären Teilnahmegebühren. Ebenso letzter Termin zur Einreichung eines „Late Posters“.
- *20. März 2006:* Vorkolloquien, DEGA-Mitgliederversammlung.
- *20. März - 23. März 2006:* DAGA '06-Tagung, Abgabe der druckfertigen Tagungsbeiträge möglichst in elektronischer Form als pdf-Datei (über das bereitgestellte Web-Interface).
- *Sommer 2006:* Versand der CD-ROM sowie der geordneten (kostenpflichtigen) gedruckten Tagungsbände.

Eröffnungsveranstaltung und Produkt-Forum

Di. 9:00 Audimax

Eröffnung der DAGA '06

- Begrüßungen
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises und anschließender Plenarvortrag des Preisträgers
- Verleihung der Helmholtz-Medaille und anschließender Plenarvortrag des Preisträgers

Di. 12:00 Audimax

Produkt-Forum

Produkt-Forum

Das Produkt-Forum soll - wie schon bei der letzten DAGA - den ausstellenden Firmen die Möglichkeit geben, in einer Plenarveranstaltung auf ihre jeweiligen Produkte aufmerksam zu machen. Dazu stehen jedem Aussteller zwei Minuten zur Verfügung, die er für eine Präsentation nutzen kann.

Plenarvorträge

Mi. 11:00 Audimax

Plenarvortrag 1

Numerische Berechnungen in der Akustik: Brauchen wir demnächst keine Messungen mehr?

O. von Estorff

Institut für Modellierung und Berechnung, TU Hamburg-Harburg

Der Wunsch der Kunden nach besserer Klangqualität, höherem akustischen Komfort und geringerer Belastung durch Lärm zwingt viele Unternehmen dazu, sich ständig nach neuen Möglichkeiten umzusehen, ihre Produkte akustisch zu verbessern. Hierbei werden oftmals auch die numerischen Berechnungsmethoden, mit denen es vielfach möglich ist, Aussagen über die Akustik schon im frühen Entwurfsstadium zu machen, kritisch unter die Lupe genommen. Zu den eingeführten Verfahren gehören die Finite-Elemente-Methode (FEM) und die Boundary-Elemente-Methode (BEM). Doch was leisten diese Verfahren wirklich? Wo liegen ihre Einsatzgrenzen? Brauchen wir zukünftig keine Messungen mehr?

Im Rahmen des Vortrags wird der Einsatz von FEM und BEM für unterschiedlichste Fragestellungen gezeigt und ausführlich diskutiert. Auch neueste Entwicklungen und die erreichbare Genauigkeit der Verfahren werden behandelt. Es zeigt sich, dass vor

allein die für ein Modell erforderlichen Eingangsgrößen von signifikanter Bedeutung für die Qualität der Berechnung sind.

Mi. 11:45 Audimax

Plenarvortrag 2

Die Simulation von Strömungslärm bei Verkehrsflugzeugen

R. Ewert

DLR, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

In den letzten Jahrzehnten konnten die Schallemissionen von Transportflugzeugen durch die kontinuierliche Erhöhung des Nebenstromverhältnisses der Turboluftstrahltriebwerke deutlich reduziert werden. Die derzeitigen Reduktionen führen dazu, dass nunmehr speziell beim Landeanflug das Fahrwerk sowie die Hochauftriebssysteme des Flügels (Vorflügel und Klappen) als wesentliche Schallquellen identifiziert werden können. In der Zukunft werden numerische Werkzeuge notwendig werden, die eine lärmarme Auslegung dieser Baugruppen schon in der Entwicklungsphase ermöglichen. In den vergangenen Jahren wurden im Rahmen der Computational Aeroacoustics, CAA, spezielle dissipations- und dispersionsarme numerische Verfahren zur Schallausbreitung in strömenden Medien entwickelt. Ein Schlüsselproblem für ein Simulationsverfahren bleibt jedoch die Berücksichtigung von turbulenzbedingten Strömungsschallquellen. Grosse Fortschritte bei der strömungsakustischen Simulation turbulenter Strömungen konnten in den vergangenen Jahren durch eine Kopplung der Grobstruktursimulation (engl. Large Eddy Simulation, LES) mit CAA Methoden erzielt werden. Ein Nachteil der LES ist jedoch die erhebliche Simulationszeit von mehreren 1000CPUh, die den Einsatz eines hybriden LES/CAA Ansatzes als Auslegungsverfahren im Entwurfsprozess verbietet. Für ein aeroakustisches Auslegungsverfahren werden derzeit zwei Strategien verfolgt. Zum einen kann beim Wirbelimpfverfahren die Effizienz beurteilt werden, mit der die Energie eines standardisierten Testwirbels an verschiedenen Geometrien in Schall konvertiert wird, indem die verschiedenen akustischen Antworten miteinander verglichen werden. Zum anderen werden mittels stochastischer Methoden synthetische fluktuierende Turbulenzquellen generiert, die es erlauben zusätzlich den Einfluss der lokalen Turbulenzintensitäten auf die Schallgenerierung zu berücksichtigen. Ein Durchbruch in der stochastischen Modellierung turbulenter Schallquellen konnte neuerdings durch die Verwendung eines stochastischen Partikelmodells erzielt werden, wobei die Rechenzeiten um ca. 3 Größenordnungen im Vergleich zur LES reduziert werden konnten.

Do. 11:00 Audimax

Plenarvortrag 3

Die Musik spielt im Gehirn: Erkenntnisse zum neurobiologischen Ursprung der MusikwahrnehmungE. Altenmüller*Hochschule für Musik und Theater Hannover*

Musik ist neben der Sprache ein Zweites, nur den Menschen eigenes Kommunikationssystem. Mit Musik werden mächtige Emotionen erzeugt und mit Musik werden soziale Bindungen vertieft und organisiert. Unser Hörsystem verarbeitet zunächst die einzelnen Bestandteile von Musik, zum Beispiel Tonhöhenverhältnisse, Klangfarben, Melodieverläufe, Harmonien, Rhythmen und Metren getrennt an verschiedenen Orten. Die Ergebnisse dieser Analysen werden dann in der Großhirnrinde zu einer ganzheitlichen akustischen Gestalt zusammengesetzt. Diese "Konstruktion von Musik" in unserem Kopf hängt stark von Lernprozessen ab. Geübte Musiker verarbeiten Musik anders als unerfahrene Hörer. So wird es einem geübten Hörer im Gegensatz zu einem Laien nicht schwer fallen, die Fugenthemen einer Fuge von Johann Sebastian Bach in allen ihren Umwandlungen während des Stückes zu erkennen. Doch auch musikalische Laien können dank der Anpassungsfähigkeit (Plastizität) des Hörsystems schon nach 20 Minuten Hörtraining ungewohnte Klänge besser unterscheiden. Nach neuen Erkenntnissen hängen auch die Emotionen beim Musikhören teilweise von Lernprozessen ab. Starke Emotionen, die zu einem "Gänsehauterlebnis" führen, treten dann häufiger auf, wenn musikalische Strukturparameter erkannt werden. Besonders wirkungsvoll sind dabei Verletzungen der musikalischen Erwartung und insbesondere der Einsatz einer Stimme. Dies steht in Einklang mit der Vorstellung, dass Emotionen in engem Zusammenhang mit einem evolutionär sehr alten System der Orientierungsfunktionen stehen.

Do. 11:45 Audimax

Plenarvortrag 4

Der lange Weg der Mikrofone - vom analogen Wackelkontakt zum digitalen Ja/NeinW. Niehoff*Sennheiser electronic GmbH&Co KG*

Es wird ein Überblick über 145 Jahre Mikrofonentwicklung gegeben. Dabei werden sowohl die klassischen Wandlerprinzipien betrachtet, als auch spezielle Formen. Der anwendungsbezogene Teil schließt auch Funkmikrofone und deren Frequenzressourcen in Hinblick auf die DVB-T- Einführung ein.

Vorkolloquium Bauakustik

Mo. 13:00 SN 19.1

Vorkolloquium Bauakustik

Räumliche dynamische Simulation von Leitungssystemen

M. Maess^a, L. Gaul^a, M. Fischer^b und H.-G. Horst^b^a*Institut für Angewandte und Experimentelle Mechanik, Uni Stuttgart*; ^b*Robert Bosch GmbH*

Durch gestiegene Anforderungen an das akustische Verhalten von Fahrzeugen rücken auch verstärkt Einzelkomponenten in das Blickfeld der dynamischen Untersuchungen. Leitungen von hydraulischen Systemen im Fahrzeug stellen hierbei mögliche Übertragungspfade dar. Durch Ventilbetätigung oder Pumpenbetrieb breiten sich stark gekoppelte Wellen im Fluid und in der Leitungsstruktur aus, die auch angrenzende Strukturkomponenten zu unerwünschten Schwingungen anregen können. Bei der Berechnung der Leitungsdynamik werden prinzipiell zwei Anforderungen an eine Simulationsmethode gestellt: Zum einen sollen transiente Analysen ermöglicht werden. Außerdem sollen räumliche Berechnungen bei möglichst hohen Frequenzen erfolgen, was die üblichen Probleme eines Diskretisierungsverfahrens in 3D nach sich zieht. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wird eine Substrukturtechnik vorgeschlagen, bei der typische fluidbefüllte Leitungskomponenten als reduzierte dynamische Modelle im Zeitbereich aus vollen 3D-FE-Modellen erstellt werden. Diese Vorgehensweise gestattet es, neben den Leitungskomponenten auch geometrisch komplexere Komponenten wie Lager und angrenzende Strukturkomponenten in die Leitungsmodelle einheitlich zu integrieren. Außerdem können mehrfach existierende Substrukturen wiederholt eingebaut werden. Diese neue Simulationsmethode wird zur Zeit zur dynamischen Analyse von Benchmarks verwendet. In Zukunft soll das Tool insbesondere gezielte Transferpfadanalysen an fluidbefüllten Leitungen unterstützen. Darüber hinaus sollen effizientere Variantenrechnungen und Optimierungsstrategien vor dem Hintergrund der passiven Schallminderung ermöglicht werden.

Mo. 13:30 SN 19.1

Vorkolloquium Bauakustik

Chancen für den bauakustischen Entwurf durch numerische SimulationD. Clasen und S. Langer*TU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik*

In der heutigen Zeit gewinnt der Schutz des Menschen vor Lärm immer mehr an Bedeutung. Das Leben in einer lauten Umgebung führt zum Bedürfnis nach einer ruhigen Umgebung für die Freizeit und die Arbeit. Dies erhöht die Anforderungen an einen schallschutztechnisch zufrieden stellenden Entwurf im modernen Hochbau. Bei der Planung von Gebäuden wird diesen Bedürfnissen häufig jedoch untergeordnet bzw. erst in einem sehr späten Stadium des Entwurfs Rechnung getragen. Die Folge ist, dass Menschen häufig unter akustisch nicht zufrieden stellenden Umständen leben müssen oder durch nachträgliche Sanierungsmaßnahmen die Situation verbessern müssen. Eine Möglichkeit, diesen Missstand zu beheben, ist die Entwicklung geeigneter numerischer Werkzeuge, mit denen Prognosen über die akustischen Eigenschaften von Gebäuden bereits in einer frühen Planungsphase bestimmt werden können. Ein geeignetes Werkzeug muss die komplexen Mechanismen der Schallausbreitung in und der Schalltransmission durch verschiedene Materialien und Bauteile realitätsnah abbilden können. Mit Hilfe eines solchen Werkzeugs wäre ein Planer im Stande, frühzeitig Probleme zu erkennen und diese konstruktiv zu beheben. In diesem Vortrag wird ein Programm, das auf der Finiten Elemente Methode basiert, vorgestellt, dass für bauakustische Problemstellungen entwickelt wurde. Eine vollständig gekoppelte Formulierung ermöglicht die Betrachtung komplexer Interaktionen zwischen verschiedensten Materialien und Bauteilen. Luftschall, Körperschall und die Schalldämmung können berechnet bzw. simuliert werden.

Anhand von Beispielrechnungen wird gezeigt, wie die numerische Simulation den Entwurf eines Gebäudes beeinflussen kann und wo heute die numerische Simulation noch an Grenzen stößt. Die Simulation kann aber schon jetzt z.B. dazu dienen, Möglichkeiten zur Verbesserung der Schalldämmung in einem Gebäude aufzuzeigen. Des Weiteren können numerische Simulationen Messungen ergänzen und somit den Aufwand für Experimente reduzieren.

Mo. 14:00 SN 19.1

Vorkolloquium Bauakustik

Geräusche haustechnischer Anlagen in Normung und ForschungH.-M. Fischer*Hochschule für Technik Stuttgart*

Die Geräusche haustechnischer Anlagen sind durch die Behandlung in den neuen europäischen Normen wieder in den Blickpunkt geraten. Messtechnische Normen (DIN EN 16 032, DIN EN 10 052, DIN EN 14 366, Normentwurf zur Charakterisierung der Körperschallerzeugung haustechnischer Anlagen) und neue Berechnungsansätze (prEN 12354-5) ermöglichen eine weit umfassendere Behandlung als dies im derzeitigen Rahmen der DIN 4109 und deren Umfeld möglich ist. Neu ist dabei nicht nur der Anspruch, neben der Luftschallerzeugung auch die Körperschallerzeugung der Anlagen zu erfassen, sondern auch den Körperschall in die Prognose der Geräusche haustechnischer Anlagen einzubeziehen. Neu ist auch der Ansatz, die in den Laborverfahren ermittelten Kennwerte als Eingangsdaten für die Berechnung der Geräuschimmission der Anlagen zu verwenden. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die aktuelle Normungssituation, geht auf die wesentlichen Fragestellungen und Lösungsansätze ein und zeigt die Auswirkungen auf die nationale Normung auf. Beispiele aus der aktuellen Forschung ergänzen die Darstellung.

Mo. 15:00 SN 19.1

Vorkolloquium Bauakustik

Körperschallisolierung von haustechnischen GerätenJ. Guggenberger*Müller-BBM GmbH*

Zum Leistungsbild einer bauakustischen Beratung gehört unter anderem auch die Auslegung von Isoliermaßnahmen an haustechnischen Geräten. Für konventionelle Nutzungen existieren Standardvorgaben für Lagerungstypen in Abhängigkeit von der Geräteart. Je nach Lage und Art des Gerätes zum maßgebenden Immissionsort sind einfach bis vierfach elastische Lagerungen vorzusehen.

Weicht die Aufgabenstellung von einer Standardsituation ab, so sind meist die Grundlagen dürrtig, nach denen eine angemessene Isolationsmaßnahme bemessen werden könnte. Die übliche Vorgehensweise bei der Auslegung von Lagerungen ist z.B. für folgende Fälle in Frage gestellt:

- Es bestehen außergewöhnliche Anforderungen im Immissionsort durch besondere Spezifikationen an Erschütterungen oder Körperschall (Studioanforderungen, Reinraumanforderungen).
- Das Impedanzverhältnis passt nicht oder ist unklar: Entweder die Anschlussimpedanz oberhalb oder unterhalb der elastischen Lagerung hat keinen ausreichenden Abstand zur Federimpedanz der Isolierelemente.
- Die Isolierelemente zeigen ein stark frequenzabhängiges Verhalten.

In den beiden letzteren Fällen sind Einbrüche in der Isolierwirkung zu erwarten.

Die einzelnen Sondersituationen werden vor ihrem strukturdynamischen Hintergrund anhand von Beispielen diskutiert. Zur Beurteilung der Situation werden strukturdynamische Modelle von detaillierten FE-Modellen bis zu einfachen Impedanzbeziehungen eingesetzt.

Mo. 15:30 SN 19.1

Vorkolloquium Bauakustik

Europäischer Ringversuch für Prüfungen des Geräuschverhaltens von Armaturen nach DIN EN ISO 3822-1

D. Kutzer

Dortmund

Vor gut einem Jahr wurde ein europaweiter Ringversuch zum Messverfahren nach DIN EN ISO 3822-1 durchgeführt und mittlerweile ausgewertet. Dieses Messverfahren dient der Prüfung des Geräuschverfahrens von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation im Laboratorium. Hintergrund für den Ringversuch war der Wunsch nach gegenseitiger Anerkennung von Prüfberichten aus den beteiligten Laboratorien der verschiedenen Länder. Ein einige Jahre zuvor bereits unternommener Ringversuch hatte hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse enttäuschende Ergebnisse erbracht. Dieses Mal waren die Resultate ermutigender, wenn solche Prüfstellen betrachtet werden, die ein ausreichendes Qualitätssicherungs-System besitzen. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse, Hintergründe und Konsequenzen durch den Koordinator des Ringversuchs selbst vorgestellt.

Mo. 16:00 SN 19.1

Vorkolloquium Bauakustik

Prüfstand zur Bestimmung von Installationsgeräuschen im Holz- Fertigbau - Neue Messergebnisse und EntwicklungenH. Bietz, V. Wittstock und W. Scholl*PTB Braunschweig*

Vor ca. 2 Jahren wurde in der PTB Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF) ein Sanitärprüfstand in Leichtbauweise errichtet. Motivation hierfür war und ist das Fehlen eines genormten Prüfstandsverfahren zur Messung von Sanitärgeräuschen im Holz-Leichtbau. Weiterhin sollten die in diesem Prüfstand stattfindenden Untersuchungen mit dazu beitragen, ein Prognosemodell für die Ausbreitung von Sanitärgeräuschen im Leichtbau zu entwickeln. Über erste Untersuchungen und Ergebnisse wurde auf der DAGA 2005 berichtet. Seitdem haben fast alle im BDF organisierten namhaften Hersteller von Fertighäusern beispielhafte Sanitärinstallationen einbauen und vermessen lassen, und es wird im Rahmen dieses Vortrages über die Ergebnisse berichtet werden. Es ist derzeit geplant, weitere Baumessungen durchzuführen, um die im Prüfstand gewonnenen Erkenntnisse zu verifizieren. Im Hinblick auf ein geplantes Prognoseverfahren sollen sowohl am Prüfstand als auch am Bau weitere Messungen von komplexen Körperschall-Kenngrößen wie Impedanzen und Transferfunktionen erfolgen. Diese Ergebnisse sollen ebenfalls vorgestellt werden. Darüber hinaus soll die Eignung dieser Kenngrößen für die Erstellung eines Prognosemodells diskutiert werden.

Vorkolloquium Ultraschall

Mo. 13:30 PK 4.3

Vorkolloquium Ultraschall

Metrologie im Ultraschall: Bestimmung der relevanten Feldgrößen für Anwendungen in der MedizinV. Wilkens*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Ultraschall hat sich in den letzten Jahren zu einem der wichtigsten bildgebenden Verfahren in der medizinischen Diagnostik entwickelt. Durch die stetige Verbesserung und Erweiterung

der Ultraschalltechnik, der Bildgebungsverfahren, der Bildauswertung und der Bilddarstellung kommen die kompakten und vielseitigen Geräte heute in fast allen medizinischen Fachdisziplinen effizient zum Einsatz.

Die Vermessung der Schallabgabe von medizinischen Ultraschallgeräten ist wichtig im Hinblick auf die Wahrung der Patientensicherheit, denn auch wenn die Technik im allgemeinen als besonders sicheres Bildgebungsverfahren angesehen werden kann, gibt es dennoch Gefährdungspotentiale aufgrund der thermischen und mechanischen Wirkungen des Ultraschalls im menschlichen Körper. Desweiteren entstehen in Verbindung mit dem Einsatz von Ultraschallkontrastmitteln Bildgebungstechniken, die eine ganz bestimmte Dosierung des Ultraschalls erfordern, um die gewünschte diagnostische Information zu erhalten. Die für Sicherheit und Qualitätssicherung relevanten akustischen Parameter hängen dabei von einer Vielzahl von möglichen Betriebsarten und Einstellungen am Sonographiegerät ab und ihre messtechnische Erfassung ist eine schwierige Aufgabe.

In dem Beitrag werden die wichtigsten Arbeitsfelder der Arbeitsgruppe Ultraschall der PTB bezüglich der Vermessung der Schallabgabe von medizinischen Ultraschallgeräten im weiteren Sinne vorgestellt. Neben der eigentlichen Exposimetrie am Prüfling durch Hydrophon- und Schallstrahlungskraftmessungen gehören dazu die Kalibrierung und Charakterisierung von Hydrophonen, die Weiterentwicklung von Kalibrierverfahren durch die Entwicklung und Verwendung optischer Messtechnik, die Entwicklung von neuartigen Messsensoren z. B. zur lokalen Intensitätsbestimmung und die metrologisch grundlegende Darstellung der physikalischen Einheiten für Schalldruck und Leistung im Ultraschallfeld zur Sicherung der Einheitlichkeit des Messwesens.

Mo. 14:00 PK 4.3

Vorkolloquium Ultraschall

Messung und Modellierung physikalischer Eigenschaften von Kontrastmitteln

M. Postema und G. Schmitz

Ruhr-Universität Bochum

Ultraschallkontrastmittel sind aufgebaut aus hüllenstabilisierten Mikroblassen mit Durchmesser zwischen 1 und 10 μm . Diese Mikroblassen sind klein genug, um intravaskulär durch Kapillargefäße transportiert zu werden. Da ihre Resonanzfrequenzen im Ultraschallbereich liegen, können sie für die Vermessung von Durchblutung in Gewebe verwendet werden. Mit hohen akustischen Amplituden können die Blasen zerstört werden, so dass

verschiedene nichtlineare Effekte auftreten. Für diese Effekte gibt es diagnostische und möglicherweise auch therapeutische Anwendungen.

Die Fragmentierung einer Mikroblase kann vorhergesagt werden anhand des Verhältnisses zwischen der kinetische Energie der Blase und der Oberflächenenergie der Blasenteile. Diese Mikroblasenfragmentierung findet ausschließlich während der Kollabierungsphase statt.

Der physikalische Einfluß der Anwesenheit einer Nanohülle wurde untersucht, wobei der Phasenunterschied zwischen akustischer Welle und Blasenschwingung von besonderem Interesse war. Blasen oberhalb der Resonanzgröße schwingen gegenphasig im Vergleich zu Blasen unterhalb der Resonanzgröße. Je niedriger die Dämpfung der Schwingung ist, um so abrupter ist dieser Übergang. Deshalb kann aus der Steilheit des Phasenübergangs die Dämpfung aufgrund der Hüllenreibung bestimmt werden.

Mo. 15:00 PK 4.3

Vorkolloquium Ultraschall

Anwendung von Kontrastmitteln zur Diagnose

B. Gassmann

Berlin

Ultraschallkontrastmittel werden venös injiziert. Die Mikroblasen verteilen sich im gesamten Blutkreislauf. Die anschließende Ultraschalluntersuchung wird mit speziellen Geräteeinstellungen durchgeführt. Wenn das Ziel der Untersuchung die Lokalisation des Kontrastmittels ist, wird mit hoher Sendeleistung gearbeitet; dies führt zur Zerstörung der Mikroblasen. Ist das Ziel die Beobachtung einer Kinetik in einem Organ oder einer Läsion, sind daraus Rückschlüsse auf die Pathologie abzuleiten. In diesem Modus wird mit geringer Sendeleistung gearbeitet. Nichtlineare Effekte der Mikroblasen tragen zur Bildgebung bei. Auf diese Weise liefert die Kontrastmittelsonographie einen wichtigen Beitrag zur Differenzialdiagnose von soliden und diffusen Leberherden, Befunden in der Milz, dem Pankreas und der Nieren. Auch in der Echokardiographie unterscheidet man die Anwendung zur Volumetrie der Herzhöhlen von der Untersuchung des Herzmuskels mit Kontrastmitteln. Für die Gefäßdiagnostik stellt die Kontrastmittelsonographie einen erheblichen Fortschritt dar. Im Vergleich zur nativen Sonographie gelingt die transkraniale Darstellung intrakranieller Gefäße mit Kontrastmittel deutlich verbessert. Anhand von Fallbeispielen für die diversen Einsatzgebiete wird der Zugewinn an Information bei der Diagnosefindung demonstriert.

Mo. 15:30 PK 4.3

Vorkolloquium Ultraschall

Die Rolle von Kontrastmitteln in der Therapie mit UltraschallJ.W. Jenne, G. Wilzbach-Divkovic und P.E. Huber*Deutsches Krebsforschungszentrum*

Der diagnostische Ultraschall ist in der Medizin weit verbreitet und gehört zu einem der wichtigsten bildgebenden Verfahren. Bei der therapeutischen Anwendung von Ultraschallwellen hat sich insbesondere die extrakorporale Stoßwellenlithotripsie, also die Zerstörung von Nieren- oder Gallensteinen etabliert. In den letzten Jahren ist zu beobachten, dass die Möglichkeit des Einsatzes von Ultraschall zur Therapie von Tumoren und anderer Erkrankungen zunehmend erforscht und in klinischen Studien getestet wird. So ist es möglich durch hochenergetischen fokussierten Ultraschall (HIFU) Gewebe nicht-invasiv hoch präzise thermisch zu abladiere. Klinisch eingesetzt wird dieses Verfahren zur Behandlung des Prostatakarzinoms aber auch bei Tumoren des Uterus, der Brust, der Leber und der Niere. Während hier die thermische Wirkungen des Ultraschalls ausgenutzt wird, können auch die mechanischen Eigenschaften der Schallwelle und die Erzeugung von Kavitationsblasen ihre Anwendung finden. So zum Beispiel bei der gezielten Transfektion von genetischem Material oder dem lokalen Transport von Wirkstoffen durch die Membran von Zellen. Eine weitere zukunfts-trächtige Anwendung könnte die Auflösung von Thromben z.B. beim Schlaganfall und beim Herzinfarkt sein. Wird für bestimmte Fragestellungen zur Verbesserung der Ultraschall-Bildgebung spezielles Ultraschall-Kontrastmittel (stabilisierte Gasblasen) eingesetzt, so könnte durch diese Art von Kontrastmitteln auch die therapeutische Wirkung des Ultraschalls verbessert werden. US-Kontrastmittel können sowohl die mechanischen-, die kavitationsbedingten- als auch die thermischen Effekte von Ultraschallwellen verstärken. Im Beitrag wird die mögliche Anwendung von US-Kontrastmitteln im Zusammenhang mit den oben erläuterten Therapieformen ausgehend von den grundlegenden Wirkungsweisen erläutert und diskutiert.

Mo. 16:00 PK 4.3

Vorkolloquium Ultraschall

Kontrastmittel der nächsten Generation: Spezialisierte Bläschen für spezifische AnwendungenV. Uhlendorf^a, P. Hauff^b, M. Reinhardt^b und M. Mäurer^c^aETH Zürich; ^bSchering AG; ^cJulius-Maximilians-Universität Würzburg, Abteilung Neurologie

Ultraschall-Kontrastmittel (USKM) der ersten Generationen waren meist als Echoverstärker für den Blutkreislauf konzipiert. Bei einzelnen dieser USKM wurden später 'spezifische' Eigenschaften entdeckt, wie z.B. bei Levovist der Late-Phase-Effekt in der Leber, der zur Tumordifferenzierung verwendet wird. USKM der Folge-Generation wurden teils gezielt so entwickelt, dass eine unspezifische Aufnahme umhüllter Mikroblasen durch RES-Zellen in normalem Lebergewebe erfolgt und die Abgrenzung dieser Bereiche von Tumorgewebe ohne RES-Zellen ermöglicht. Die Nutzung spezifisch gebundener Mikroblasen basiert auf dem schon früh gefundenen Phänomen der Zerstörung von USKM-Blasen durch einen genügend starken diagnostischen Ultraschallpuls. Eine mögliche Anwendung ist die gezielte Freisetzung verkapselter Wirkstoffe aus beladenen USKM-Bläschen, die sogar unter Sichtkontrolle im Ultraschallbild erfolgen kann. Der Nachweis selbst einzelner Mikroblasen mittels Ultraschall gelingt insbesondere im Farbdopplermodus oder mit der Weiterentwicklung zur 'Sono-Szintigrafie'. Die hohe Empfindlichkeit dieser Methoden erlaubt es, die Blasenhülle mit spezifischen Markern zu versehen, die an ausgewählte Target-Moleküle binden und einzelne Blasen dort verankern, bis sie bei ihrer akustischen Zerstörung lokalisiert werden. Allerdings muss das zu erkennende Zielmolekül auf der Oberfläche der Blutgefäße liegen, da nur extrem kleine Blasen (oder Blasenvorstufen) die Blutgefäße verlassen könnten. Erste Demonstrationen dieser Technik gelangen mit Entzündungsmodellen (p-Selektin, anti-ICAM1-Antikörper), bei der Darstellung der Angiogenese (α_vβ₃-Integrin) und von Lymphknoten (MECA-79) im Tiermodell. Wenn eine Abrastung des Untersuchungsgebiets (Gewebe) möglich ist, erlaubt die Sono-Szintigrafie durch Lokalisierung zerstörter Mikroblasen eine räumliche Auflösung bis etwa 10 Mikrometer, also weit unterhalb der Wellenlänge.

Fachvorträge am Dienstag, den 21.03.2006

Di. 14:00 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Residual Cross-talk and Noise Suppression for Convolutional Blind Source SeparationR. Aichner, M. Zourub, H. Buchner und W. Kellermann*Universität Erlangen-Nürnberg*

Convolutional blind source separation (BSS) aims at separating point sources from mixtures picked up by several sensors. In real-world environments, moving speakers, background noise, and reverberation are encountered which often degrade the performance of BSS algorithms. In such cases, the application of a post-filter can improve the output signal quality by suppression of residual cross-talk and of background noise. In this paper we propose a novel technique to estimate the necessary power spectral densities of the cross-talk components and present a robust system which allows to further suppress both, the remaining interference from point sources and the background noise. Experimental results show the benefit of this post-processing method applied to distant speech acquisition in car environments.

Di. 14:25 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Vergleich von PCA und MVDR im Falle inkohärenter RauschumgebungenW. Baumann^a, P. Vicinus^b und R. Orglmeister^a^a*TU Berlin*; ^b*PEIKER acoustic*

Verfahren zur Störgeräuschreduktion stellen einen wichtigen Bestandteil moderner Freisprecheinrichtungen dar. Aufgrund gesunkener Kosten für leistungsfähige Hardware kommen dafür mittlerweile auch mehrkanalige Lösungen zum Einsatz. Eine klassische Methode der mehrkanaligen Signalverarbeitung stellen Beamforming Verfahren dar, die in der Lage sind, sowohl zeitliche als auch räumliche Signalparameter auszunutzen. Für den Fall eines vollständig inkohärenten Rauschfeldes zeigt der Delay and Sum Beamformer unter den nichtadaptiven Verfahren die beste Störgeräuschunterdrückung. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Sensorsignale lediglich Laufzeitverzögerungen aufweisen. Für reale Raumbedingungen ist diese Annahme jedoch nicht gerechtfertigt, da zwischen Signalquelle und Mikrofon die Übertragungsfunktion des Raumes berücksichtigt werden muss. Durch die Annahme eines normierten Modells der Signalerfassung, wie es bei Beamforming-Verfahren üblich ist, reicht

jedoch die Bestimmung der Nutzsignalübertragungsfunktion zwischen den Mikrofonen für eine realistische Modellbildung aus. Im zweikanaligen Fall lässt sich für die Schätzung dieser intersensorischen Signalabhängigkeiten eine geschlossene Lösung angeben, auf deren Grundlage die optimale adaptive Sensorgewichtung formuliert werden kann, die sich sowohl durch Anwendung der Principal Component Analysis (PCA) als auch durch den Minimum Variance Distortionless Response (MVDR) Beamformer-Entwurf herleiten lässt.

Di. 14:50 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Comparison of speech enhancement systems for noise fields in a car environment

S. Goetze, V. Mildner und K.-D. Kammeyer

Universität Bremen, Arbeitsbereich Nachrichtentechnik

For telecommunications in a car environment hand-sets have to be replaced by hands-free units due to an increasing demand for a convenient and natural dialog and for safety in road traffic. The clean speech signal is heavily corrupted by noise from the engine, the air conditioning etc. The noise field in a car is strongly low-pass filtered and can be instationary due to changing driving speeds or opening the window, e.g.

Different multi-channel and single-channel speech enhancement algorithms will be compared for a car-environment in this contribution. Since the well-known Ephraim&Malah algorithm in connection with Martin's Minimum Statistics suppresses the noise without affecting the speech signal too much, multi-channel combinations of beamformers and post-filters can exploit spacial information and are therefor independent of the statistics of the noise field. In contrast many multi-channel post-filter algorithms suffer from poor noise reduction in the lower frequency ranges due to strongly correlated noise in the microphone channels.

Hybrid multi-channel noise reduction schemes have the ability to combine the advantages of both systems. In correlated frequency ranges single channel Wiener-Filters or the Ephraim&Malah algorithm can be used while the multi-channel post-filters exploit spacial informations in the higher frequencies.

The talk we be held in German language.

Di. 15:15 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Verteilte Mikrofone im KraftfahrzeugP. Vicinus^a und W. Baumann^b^a*PEIKER acoustic*; ^b*TU Berlin*

Freisprechtelefonie findet zunehmende Anwendung beim Automobilkunden. Die Positionierung der Mikrofone durch den Fahrzeughersteller wird dabei leider immer weniger durch akustische Gegebenheiten als durch Vorgaben der Designer festgesetzt. Daraus resultieren oftmals schlechte 'Signal zu Stör'-Abstände und zerklüftete Frequenzgänge an den akustischen Wandlern. Diese Arbeit beschäftigt sich mit Algorithmen, die während des Freisprechens bzw. einer Spracherkennung das Nutzsignal maximieren und die Störung minimieren. Dabei unterliegt die Platzierung der Mikrofone grundsätzlich keiner geometrischen Nebenbedingung. Des Weiteren wird an die Richtcharakteristik der Mikrofonskapseln zunächst keine explizite Forderung gestellt. Ausgewählte Verfahren werden auf ihre theoretischen und praktischen Fähigkeiten analysiert. Aus ihren Vorteilen werden Ansätze für ein kombiniertes Verfahren extrahiert und ein Algorithmus entworfen.

Di. 15:40 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Mehrkanalige Sprachsignalverarbeitung durch adaptives Eigenbeamforming für Freisprecheinrichtungen im KraftfahrzeugE. Warsitz und R. Häb-Umbach*Universität Paderborn*

Für die Nutzung von Freisprecheinrichtungen im Kraftfahrzeug sind Verfahren zur Echokompensation und Rauschunterdrückung unerlässlich. Dabei werden üblicherweise einkanali-ge Verfahren eingesetzt, obgleich mehrkanalige Verfahren zur Sprachsignalverbesserung mittels Beamforming im Allgemeinen bessere Ergebnisse erzielen. Der Generalized Sidelobe Cancellor (GSC) nach Griffith und Jim stellt hierbei die wohl am häufigsten eingesetzte Methode zum akustischen Beamforming dar, führt jedoch drei wesentliche Probleme mit sich: Es ist notwendig die Sprecherrichtung zu kennen, im Falle von diffusem Hintergrundrauschen ist keine signifikante Rauschunterdrückung zu erzielen und es wird von einer Schallausbreitung nur über die direkten Pfade zwischen Sprecher und Mikrofonen ausgegangen. Eine fehlerhafte Positionsschätzung und die Anwendung in verhallten Räumen kann dann zur Auslöschung des Nutzsignals

führen, welche durch die Erweiterung des GSCs nach Hoshuyama reduziert werden kann.

In dieser Arbeit wird ein von uns entwickeltes Beamforming-Verfahren auf die Problemstellung der mehrkanaligen Rauschunterdrückung im Kfz angewendet. Dieses basiert im Frequenzbereich auf dem Kriterium der Maximierung des Signal-zu-Rauschverhältnisses am Beamformer-Ausgang für jede Spektralkomponente und führt zu einer verallgemeinerten Eigenwertzerlegung bezüglich der beiden Matrizen der Kreuzleistungsdichtespektren von Sprache-plus-Rauschen einerseits und dem reinen Rauschsignal andererseits. Dabei ergeben sich die optimalen Filterkoeffizienten gerade durch den Eigenvektor korrespondierend zu dem größten Eigenwert. Wir konnten bereits zeigen, dass der von uns hergeleitete Adaptionsalgorithmus eine schnelle Online-Bestimmung des dominanten Eigenvektors ermöglicht. Außerdem haben wir demonstriert, wie frühe, starke Reflexionen konstruktiv dem Nutzsignal überlagert werden und dass eine hohe Rauschunterdrückung für näherungsweise diffuse Störfelder in Räumen erzielbar ist. Hier präsentieren wir Ergebnisse bezüglich des SNR Gewinns beim Einsatz des Eigenbeamformers in einem Kfz und vergleichen diese mit dem Griffith-Jim GSC und der robusten Realisation nach Hoshuyama.

Di. 16:30 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Einfluss des Fahrzeuginnenraumes auf die Richtcharakteristik von Freisprechmikrofonen

F. Reining und K. Haindl

AKG-Acoustics

Das Freisprechmikrofon im Automobilbereich hat sich in den letzten Jahren zu einer sehr wichtigen Mensch-Maschine Schnittstelle entwickelt, die von immer mehr Komponenten im Auto genutzt wird. Die akustischen Bedingungen zur Ermöglichung dieser Mensch-Maschine Schnittstelle in einem Fahrzeug sind allerdings alles andere als optimal und erfordern daher den Einsatz von Richtmikrofonen. Um aus dem mehrdimensionalen Schallerlebnis ein möglichst optimales, eindimensionales Mikrofonsignal zu gewinnen, müssen neben den Störquellen wie Körperschall, Strömungsgeräusche zuzufolge von Lüftern oder offenen Fenstern auch noch unterschiedliche Einsprachrichtungen zuzufolge unterschiedlicher Fahrergrößen berücksichtigt werden. Darüber hinaus werden die Eigenschaften von Richtmikrofonen durch den Einbau in ein Fahrzeug nachhaltig verändert. Erst eine 3-dimensionale akustische Messung im Fahrzeug gibt Aufschluss

über die tatsächliche resultierende Richtwirkung des eingebauten Mikrofons und liefert jene Parameter mit denen der Einbau und die Richtwirkung des Mikrofons auf Sprecherpositionen und Störquellen optimiert werden kann.

Di. 16:55 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

In-Car Background Noise Simulation

F. Prasetyo und K. Linhard

DaimlerChrysler Research and Technology

Methods to simulate (acoustically) in-car background noise in a stand-still car are discussed in this paper. First, real in-car noise is recorded during driving sessions and then the recorded noise is played back inside a stand-still car. Modeling of diffuse sound fields like in-car noise is presented. Based on the model, a method to record and play diffuse sound fields is chosen. Algorithms to cancel the car acoustics, which are necessary to prevent double car acoustics during the playback, are then discussed. Development of a modular recording and playback system which can be easily installed to cars and removed from cars is also described.

A simple approach is to model the in-car noise by a discrete number of acoustic point sources. Multi-point room equalization algorithm is then used to cancel the car acoustic effects. Because this model takes into account only sound pressure information and ignores sound directivity information, it yields good noise field reproduction at equalization points but fails at other points.

A better approach is using wave field synthesis which enables accurate sound field reproductions inside large areas. The drawback is that it requires a large number of microphones for recording and also a large number of loudspeakers for playback. To reduce the number of loudspeakers and microphones, our approach models the diffuse sound field into a discrete number of plane waves. These plane waves are recorded with a circular microphone array and then equalized and played back using wave field synthesis with an array of 24 small loudspeakers.

Di. 17:20 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Robuste Erkennung gestörter Sprache im Automobil durch MMSE-Störgeräuschunterdrückung und Missing-Data SpracherkennungD. Kolossa, W. Baumann, A. Klimas und R. Orglmeister
TU Berlin

Um zufriedenstellende Spracherkennungsergebnisse auch im Automobilbereich zu erhalten, ist eine adequate Störgeräuschunterdrückung von großer Bedeutung. Zu diesem Zweck bietet die Minimum Mean Square Error (MMSE) Schätzung eine optimierte Lösung mit signifikanten SNR-Verbesserungen auch dann, wenn nur ein Mikrofonsignal zur Verfügung steht. Während substanzielle SNR-Verbesserungen möglich sind, leidet die Güte der Spracherkennung oft unter dieser nichtlinearen Verarbeitung. Um die Erkennungsrate trotzdem zu verbessern, erscheinen Missing-Feature Techniken wie Data Imputation oder Marginalisierung vielversprechend. Allerdings müssen diese direkt auf die Features des Spracherkenners angewandt werden, was zu einer von zwei ähnlich unbefriedigenden Herangehensweisen führt: entweder muss die Spracherkennung mit denjenigen Features ausgeführt werden, die in der MMSE-Schätzung ermittelt werden, was suboptimale Erkennungsergebnisse zur Folge hat, wenn dadurch im Spektralbereich gearbeitet werden muss, oder ein neuer MMSE-Schätzer für spracherkennungsadäquate Features muss hergeleitet werden. Hier schlagen wir eine neue Herangehensweise vor. Die MMSE-Störgeräuschunterdrückung wird im Frequenzbereich angewandt um das entstörte Signal und dazugehörige Varianzen im Zeit-Frequenz-Bereich zu ermitteln. Diese werden dann gemeinsam mit der Unscented Transformation in den Arbeitsbereich der Spracherkennung transformiert, so dass für einen Missing-Feature Spracherkenner sowohl 13 Mel-Frequenz-Cepstralkoeffizienten mit ersten und zweiten Ableitungen als auch die Varianzen dieser Features für jedes Frame und jedes Feature zur Verfügung stehen. Und während MMSE-Störgeräuschunterdrückung allein die Spracherkennungsrate bei niedrigen SNRs um ca 20% verbessern kann, bietet diese Anbindung der Vorverarbeitung an die Missing Feature Spracherkennung einen Erkennungsrategewinn von 10 bis 15%, verglichen mit dem Ephraim-Malah-Filter allein, was die probabilistische Anbindung zwischen Vorverarbeitung und Spracherkennung als eine vielversprechende Methode zur Erhöhung der Spracherkennerrobustheit erscheinen lässt.

Di. 17:45 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Evaluierung der Erkennungssicherheit von sprachbedienten Systemen in KraftfahrzeugenM. Herrenkind, G. Klasmeyer und H. Hepp*IAV GmbH*

Die Integration von sprachbedienten Systemen in Kraftfahrzeuge ist ein vielschichtiger Prozess, an dem in der Regel mehrere Partner beteiligt sind. Der Lieferant für das sprachbediente System ist häufig nicht identisch mit dem Entwickler des Spracherkenners. Die Verantwortung für eine erfolgreiche Integration in die spezifische Fahrzeugumgebung fällt damit dem Systemlieferanten zu. Für den Fahrzeughersteller als Auftraggeber des Systemlieferanten besteht die Notwendigkeit, die Qualität der Systeme im jeweiligen Zielfahrzeug im Interesse einer maximalen Kundenzufriedenheit zu verifizieren. Dazu gehört unter anderem die Bewertung der Erkennungssicherheit der Sprachbedienung unter realen Bedingungen, d.h. mit verschiedenen Sprechern in den unterschiedlichen Sprachen und ihren typischen Dialekten, bei verschiedenen Fahrbedingungen, etc. Bei dieser Bewertung der Qualität wird die zunehmende Komplexität der Systeme mit stark ansteigendem Vokabular zu einem immer größer werdenden Problem, da der Testaufwand personell und zeitlich exponentiell ansteigt. Durch die Verkürzung der Entwicklungszyklen und zunehmenden Kostendruck bei den Automobilherstellern wird die Situation weiter verschärft. Dieser Vortrag soll eine effiziente Methode zur Bewertung der Erkennungssicherheit von sprachbedienten Systemen im Fahrzeug aufzeigen. Im Vordergrund steht dabei die Verwendung von fahrzeugunabhängigen und trotzdem realistischen Sprachproben und Fahrgeräuschprofilen aus Datenbanken, die anforderungsspezifische Zusammenstellung von Testsets, sowie ein weitgehend automatisierter Testablauf unter reproduzierbaren Laborbedingungen.

Di. 18:10 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug I

Recognition of Spontaneous Emotions by Speech within Automotive EnvironmentB. Schuller, M. Lang und G. Rigoll*Technische Universität München*

Within the car, recognition of emotion largely helps to design communication more natural. Speech interaction is here used

more broadly today, and affective cues are contained within acoustic and linguistic parameters. We therefore introduce novel concepts and results considering the estimation of a driver's emotion by fusion of these two information sources. As a database we recorded 2k dialog turns directed to an automotive infotainment interface during extensive usability studies. Speech recognition and natural language interpretation have thereby been realized once as a Wizard-of-Oz simulation, and once by actual recognition technology. Recorded utterances have been labelled using a closed set of four emotions, namely anger, confusion, joy, and neutrality. As acoustic features we apply a high number of prosodic, speech quality, and articulatory functionals derived by descriptive statistic analysis of base contours as intonation, intensity, and spectral information. Self-learning feature generation and selection is employed to optimize complexity for the successive classification by Support Vector Machines. Semantic information is included by vector-space representation of the spoken content within an early feature fusion. Overall, high recognition performances can be reported for this task by the suggested approach.

Di. 14:00 SN 19.2

Elektroakustik

Piezoelektret-Richtmikrofone auf Basis des Interferenzprinzips

J. Hillenbrand und G.M. Sessler

Institut für Nachrichtentechnik, TU Darmstadt

Piezoelektret-Mikrofone (auf geschäumten und aufgeladenen Elektretfolien basierende piezoelektrische Mikrofone) zeichnen sich u.a. durch den einfachen Aufbau, sehr kleine Klirrfaktoren, hohe Grenzfrequenzen und bei der Verwendung von gestapelten Folien auch durch vergleichsweise hohe Empfindlichkeiten aus (J. Hillenbrand und G. M. Sessler, J. Acoust. Soc. Am. **116**, 3267 (2004)). Bis jetzt wurden solche Mikrofone meist relativ klein und mit Kugelcharakteristik ausgeführt. In diesem Beitrag werden nun Piezoelektret-Mikrofone mit Längenausdehnungen im 30 cm-Bereich und daher ausgeprägten Richtcharakteristiken für Frequenzen größer 1 kHz vorgestellt. Dazu wurde bei diesen Richtmikrofonen die Breite der Piezoelektretfolie gezielt über die gesamte Mikrofonlänge variiert. Es entsteht somit formal ein lineares Mikrofonarray aus unendlich vielen Einzelmikrofonen, wobei jedes der Mikrofone proportional zur Folienbreite gewichtet wird. Verschiedene Ausführungen derartiger Mikrofone wurden entworfen und aufgebaut. Mittels Freifeldmessungen wurden Frequenzgänge in Vorwärtsrichtung und 360°-Richtcharakteristiken

für verschiedene Frequenzen bestimmt. Es zeigte sich, dass die Messergebnisse in guter Übereinstimmung mit den durch das jeweilige Design zu erwartenden theoretischen Werten sind.

Di. 14:25 SN 19.2

Elektroakustik

Untersuchung der modalen Parameter von Horntreibern und Hörnern

O. Strauch und M. Makarski

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Anwendung der bekannten Vierpolbeschreibung auf das akustisch gekoppelte System Horntreiber/Horn ermöglicht es beide Systeme an der gemeinsamen Schnittstelle aufzutrennen. Aufgrund der Eindimensionalität der Beschreibung kann die akustische Schnelleverteilung am Übergang Treiber/Horn nicht allgemein erfasst werden. Die Anwendbarkeit dieser Methodik, basierend auf einer ebenen Welle im Übergang, wurde bereits gezeigt und für einen beschränkten Frequenzbereich statistisch abgesichert.

Die Grenzen dieses Verfahrens zeigen sich insbesondere im höheren Frequenzbereich, in dem die Abstrahlung der Systeme von höheren Moden dominiert wird. Um die Einschränkungen durch die Vierpolbeschreibung zu umgehen, soll ein modales Mehrtor eingeführt werden. Die Beschreibung ist dann für beliebige Schnelleverteilungen im Übergang Treiber/Horn durch ein System von orthogonalen Eigenfunktionen möglich. Für die mehrdimensionale Beschreibung des Systems Horntreiber/Horn sind die modalen Parameter von Horntreiber und Horn zu bestimmen. Es werden erste Ergebnisse aus Messreihen sowie Simulationen präsentiert.

Di. 14:50 SN 19.2

Elektroakustik

Simulation von harmonischen Verzerrungen in Hörnern mit einem erweiterten BEM Post-processing

M. Makarski

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Boundary Elemente Methode ist ein etabliertes Verfahren für die Berechnung der linearen Eigenschaften von Hörnern. Darüber hinaus ist es in der Entwicklungsphase neuer Geometrien natürlich wichtig auch über nichtlineare Verzerrungen quantitative Informationen zu haben. Da nach einer BEM-Simulation alle linearen Eigenschaften des Feldraumes mit einem schnellen Post-processing berechnet werden können, entstand die Idee aus den

linearen Schallfelddaten eine Abschätzung über die Verzerrungsprodukte der sich im Horn ausbreitenden Schallwelle zu berechnen.

Im ersten Schritt wird entlang der Hauptabstrahlachse der Verlauf des linearen Schalldrucks berechnet. Nun wird für jeden Feldpunkt aus dem Schalldruck der Grundwelle eine Abschätzung der Harmonischen berechnet. Diese Abschätzung kann aus der eindimensionalen Schallfeldgleichung für adiabatische Zustandsänderungen hergeleitet werden. Diese so gewonnenen harmonischen Quellenterme müssen schließlich entlang der berechneten Feldpunktlinie, mit den Übertragungsfunktionen entsprechender Frequenz gewichtet, aufsummiert werden. Diese Gewichtung korrigiert den Fehler der eindimensionalen Abschätzung der harmonischen Verzerrungsprodukte und berücksichtigt somit die dreidimensionale Verteilung der Schallleistung der harmonischen Verzerrungen im Feldraum.

Als Anwendung kann z.B. der Schalldruck bei einer definierten maximalen Verzerrungsgrenze simuliert werden (Max-SPL). Da die Simulation keine Eigenschaften der Schallquelle berücksichtigt, stellt das Ergebnis die physikalisch maximal erreichbare Leistung der Horngeometrie dar. Es kann aber auch zusätzlich ein Verzerrungsterm für einen realen Treiber verwendet werden, um die nichtlinearen Eigenschaften der Schallquelle zu erfassen.

Aus dem Vergleich von Simulations- und Messergebnissen ergibt sich, dass dieses Verfahren trotz seiner Einfachheit zu genauen Ergebnissen führt und somit die Entwicklung neuer Horngeometrien maßgeblich unterstützt.

Di. 15:15 SN 19.2

Elektroakustik

Simulation der Sprachverständlichkeit von Beschallungsanlagen gemäß IEC 60268-16:2003—Möglichkeiten und Grenzen des Parameters STI

J. Kraft

Rahe-Kraft Planungsbüro für Elektro- und Raumakustik GbR

Derzeit wird bei der Simulation von Beschallungsanlagen häufig der STI als wichtigstes Kriterium für die Bewertung eines Systems gesehen.

Der Vortrag zeigt auf, welche für die subjektive Beurteilung wichtigen Parameter hierbei nicht berücksichtigt bleiben und erläutert die derzeit gängigen Berechnungsmethoden.

Die richtige Wahl der Eingangsparameter für die Simulation von STI mit und ohne Grundgeräusch sowie einige Fallstricke werden diskutiert. Dabei wird insbesondere auf die Berechnung von STI

nach IEC 60268-16:2003 eingegangen, deren Implementierung in die Simulation neue Möglichkeiten bietet, aber auch Fragen aufwirft.

Eine kritischer Blick auf die erzielbare Genauigkeit, die Interpretation und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sowie die Rolle des Beraters im geschäftspolitischen Umfeld runden den Vortrag ab.

Di. 15:40 SN 19.2

Elektroakustik

Messung der Sprachverständlichkeit nach DIN VDE 0833-4

T. Steinbrecher

Bose Professional Systems

Die Messung der Sprachverständlichkeit ist ein wesentlicher Bestandteil der neuen nationalen Norm für elektroakustische Sprachalarmsysteme, die Teil einer Brand- oder Gefahrenmeldeanlage sind (DIN VDE 0833-4). Der 2. Entwurf dieses Standards liegt mittlerweile vor und die Veröffentlichung der finalen Version ist für das Jahr 2006 geplant. Die am weitesten verbreitete objektive Messmethode zur Bestimmung der Sprachverständlichkeit bei elektroakustischen Anlagen ist der in DIN EN 60268-16 standardisierte Sprachübertragungsindex STI. Der Vortrag fasst kurz die technologischen Hintergründe des STI zusammen und erläutert die Anforderungen an die normgerechte Messung der Sprachverständlichkeit nach DIN VDE 0833-4. Darüber hinaus werden die aktuellen internationalen Bestrebungen zur Überarbeitung der DIN EN 60268-16 dargestellt.

Di. 16:30 SN 19.2

Elektroakustik

Computersimulation der Sprachverständlichkeit

T. Steinbrecher

Bose Professional Systems

Gesetzliche und baurechtliche Vorschriften verlangen für viele aktuelle Bauprojekte die Planung und Installation von elektroakustischen Sprachalarmsystemen. Der Prognose der erreichbaren Sprachverständlichkeit kommt dabei besondere Bedeutung zu. Es wird eine neue Software zur Simulation von Beschallungsanlagen vorgestellt. Anhand von ausgewählten Projekten werden die Ergebnisse der Simulationsberechnungen zur Sprachverständlichkeit nach dem Verfahren des Sprachübertragungsindex STI den Messungen aus den realen Objekten nach der Installation der Anlagen gegenübergestellt.

Di. 16:55 SN 19.2

Elektroakustik

Intelligente Beschallungs- und Steuerungstechnik - neue AnforderungenW. Teuber und E.J. Völker*IAB Institut für Akustik und Bauphysik*

Mediensteuerungen bieten in Kombination mit digitaler Signalverarbeitung vielfältige Möglichkeiten der Anpassung eines Beschallungssystems an unterschiedliche, auch akustisch problematische Randbedingungen. Über Touch - Panels werden Presets abgerufen und Parameter der Beschallung, wie Frequenzgang, Laufzeitverzögerung und Zuteilung von Lautsprechergruppen einschließlich Pegelwerten angepasst. Kriterien für hochwertige Musikwiedergabe und Sprachverständlichkeit sind einzubeziehen, vielfach auch Einbindung des Systems als Notfallwarnanlage nach DIN EN 60849. Der Anlagenplaner erhält zusätzliche Aufgaben, nicht nur zum Einarbeiten zahlreicher akustischer Randbedingungen, sondern auch zur Integration von Video, Projektion, Beleuchtungstechnik sowie Anbindung der Mediensteuerung an hausinterne Netzwerke. Erfahrungen bei Planung, Einmessen und Abnahme werden zusammen mit Anlagenkonzepten vorgestellt.

Di. 17:20 SN 19.2

Elektroakustik

Weiterführende Untersuchungen sowie Diskussion um die EMV-Problematik von kopfnahen, "akustischen" StrahlungsquellenF. König*ULTRASONIC AG*

Zur DAGA 2000 und 2001 wurden Messergebnisse seitens der niederfrequenten, vorwiegend magnetischen Strahlungseigenschaften von Kopfhörern sowie Headsets vorgestellt. Die Untersuchungen basierten auf bewertete (DIN0875) Analysen des magnetischen Flusses in nT von mittels Rosa-Rauschen [70dB(C)] ausgesteuerten Quellen. Während der DAGA 2003 wurde die Sichtweise bezüglich einer zugehörig existenten EMV-Problematik auf natürliche, atmosphärische VLF-ELF-Wechselfelder (s. Sferics; Impulsentladungen aus spezifischem Wettergeschehen) erweitert und mit den Techniken der in Rede stehenden, kopfbezogenen Audiosignal-Wechselfeldanalysen gegenübergestellt. Im vorliegenden Beitrag soll dies nunmehr anhand einer Mehrzahl von Kopfhörern bei unterschiedlich gewählten Schalldrücken samt auf eine evtl. Normungsarbeit bezogener

Meßmittel erweitert werden. Hieraus wird u.a. die Abhängigkeit des o.g., kopfbezogenen Beschallungsmediums bei Sinussignal-Aussteuerung um 70 bis 90 dB (1-kHz-Ton) ersichtlich. Ferner sei eine EMV-Verknüpfung zu elektroakustischem Equipment im Umfeld eines Ton-/Audiopersonals aufgetan. Schließlich soll die EMV-Problematik nochmals signal-theoretisch vergleichend diskutiert werden, zumal die Periodizität der o.g. Technics von strahllosen Übertragungstechniken neben Schallquellen den stochastischen, bio-konformen Sferics gegenüberstehen.

Di. 17:45 SN 19.2

Elektroakustik

Anpassung digital-adaptiver Algorithmen zur Störgeräuschbefreiung von Mikrofonen an Hörsprechgarnituren

E. Schulze und J. Peissig

Sennheiser electronic GmbH & Co. KG

Vorgestellt werden verschiedene Signalverarbeitungsalgorithmen zur digital-adaptiven Störgeräuschbefreiung von Kommunikationsmikrofonen an Hörsprechgarnituren. Für die unterschiedlichen Algorithmen werden Ergebnisse in Bezug auf Optimierung von algorithmischen Parametern präsentiert. Außerdem werden die akustischen Einflüsse von verschiedenen Mikrofonpositionen, insbesondere für Algorithmen mit Multimikrofonverarbeitung, betrachtet. Hierzu werden die kopfnahen akustischen Begebenheiten unter realistischen Anwendungsszenarien in Hochpegelumgebungen (Cockpit, Bodenpersonal, etc.) dargestellt. Abschließend wird die Verbesserung des Signal-Rausch-Abstands (S/N), sowie der Sprachverständlichkeitsverbesserung unter realen Bedingungen vorgestellt.

Di. 14:00 SN 19.3

Binaurales Hören I

Richtungsabhängigkeit binauraler Lautheit

W. Ellermeier und V.P. Sivonen

Aalborg University

Änderungen der wahrgenommenen Lautheit in Abhängigkeit von der Einfallrichtung des Schalls können als das Ergebnis zweier Prozesse aufgefasst werden: (1) der Filterung der Signale durch kopfbezogene Übertragungsfunktionen (HRTFs) vom Freifeld zu den Ohren des Hörers, und (2) binauraler Summation des oftmals dichotischen Inputs. Um - im Gegensatz zu Laboruntersuchungen unter Kopfhörerstimulation - beide Prozesse zu erfassen, wurden sowohl individuelle HRTFs gemessen als auch subjektive Lautheitsdaten erhoben. Das geschah im anechoischen Raum durch adaptiven Abgleich einer frontalen Schallquelle mit

Lautsprechern, die sich an sieben anderen Positionen in der horizontalen und vertikalen Ebene befanden. Schmalbandrauschen mit drei Mittenfrequenzen (0.4, 1, und 5 kHz) wurde auf zwei Pegelstufen (45 und 65 dB SPL) untersucht. Es ergab sich eine deutliche Richtungsabhängigkeit der Abgleichungen um bis zu 10 dB, wobei starke interindividuelle Unterschiede zu beobachten waren. Diese konnten zum Teil durch Besonderheiten der individuellen HRTF-Filterung erklärt werden. Betrachtet man die am Ohr anliegenden Schallpegel, so ergibt sich im Mittel eine Leistungssummutation (d.h. ein maximaler binauraler Gewinn von 3 Dezibel). Die Ergebnisse erlauben eine bessere Modellierung der binauralen Lautheit im realen Schallfeld, auch unter dichotischen Stimulationsbedingungen [gefördert durch 'Centerkontrakt on Sound Quality', Aalborg University].

Di. 14:25 SN 19.3

Binaurales Hören I

Spektrale und zeitliche Integration von Rauschsignalen in monauralen und binauralen Maskierungsexperimenten

A. Kohlrausch^a und O. Schimmel^b

^a*Philips Research Laboratories Eindhoven*; ^b*Technische Universiteit Eindhoven, Human-Technology Interaction*

Die Experimente dieses Beitrages greifen eine Beobachtung auf, die bereits von Scholl (1962) publiziert wurde. Der Einfluss der Signalbandbreite auf die Mithörschwelle in Rauschmaskierungen hängt von der Signaldauer ab. Für kurze Dauern (<10 ms) wird die Schwelle durch die Gesamtenergie des Signals in allen angeregten Frequenzgruppen bestimmt, während bei langen Dauern die Signalanteile in verschiedenen Frequenzgruppen weniger effektiv kombiniert werden. Damit hängt eine zweite Beobachtung zusammen (z.B. van den Brink und Houtgast, 1990), dass die zeitlichen Integrationskurven für schmal- und breitbandige Signale unterschiedlich steil verlaufen. Wir haben untersucht, inwieweit diese Beobachtung aus monauralen Experimenten auch in binauralen Konfigurationen auftritt. Der Maskierer war ein diotisches Breitbandrauschen, zu dem als Testsignal ein unabhängiges Rauschen mit einer interauralen Pegeldifferenz von 18 dB oder einer interauralen Zeitverzögerung von 0.66 ms addiert wurde. Auch in diesen binauralen Konfigurationen traten dieselben Unterschiede hinsichtlich der spektralen und zeitlichen Integration auf, wie sie in den oben genannten Arbeiten für monaurale Konfigurationen beschrieben wurden.

Di. 14:50 SN 19.3

Binaurales Hören I

Spektrale Effekte beim binauralen HörenM. Nitschmann und J. Verhey*Internat. Graduiertenkolleg 'Neurosensorik'*

Ein Unterschied in der 'effektiven' Bandbreite der auditorischen Filter bei einohriger (monauraler) Verarbeitung und dem Vergleich beider Ohrsignale (binaural) ist oft diskutiert worden. Van de Par und Kohlrausch [J. Acoust. Soc. Am. 106 (4), 1940-1947 (1999)] kommen zu dem Schluss, dass das Gehör zur Detektion eines Sinustons in maskierendem Rauschen mit einer an der Signalfrequenz zentrierten spektralen Lücke (Bandstopexperiment) wie bei einem Breitbandmaskierer nur die Information in dem Filter an der Signalfrequenz nutzt.

Um diese Hypothese zu testen, wurden Messungen bei diotischer Darbietung, d.h. demselbem Stimulus an beide Ohren, mit einer dichotischen Situation verglichen, bei der das Sinussignal mit einer Phasendifferenz zwischen beiden Ohren in Anwesenheit eines diotischen Maskierers dargeboten wurde. Die Schwellen sieben normalhörender Versuchspersonen wurden in einem Experiment mit einem breitbandigen Maskierer als Funktion der spektralen Leistungsdichte und in einem Bandstopexperiment gemessen.

Die Pegelabhängigkeit des binauralen Gewinns zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen beiden Experimenten. Zur Erklärung der Daten wird ein Modell vorgestellt, das für die Simulation diotischer wie dichotischer Schwellenmessungen dieselben, an die gemessenen diotischen Schwellen angepassten monauralen Frequenzgruppenbreiten annimmt. Zur Simulation der dichotischen Schwellenmessungen wird ein verschlechternder Mehrkanalprozess angenommen.

Di. 15:15 SN 19.3

Binaurales Hören I

Characterizing binaural sensitivity to dynamic interaural level differencesE. Thompson und T. Dau*Center for Applied Hearing Research, Tech. Univ. of Denmark*

Perceptual experiments were performed with the goal of measuring the sensitivity of the binaural system to dynamic interaural level differences (ILDs). The test subjects were to identify the interval with interaurally antiphasic amplitude modulation with either unmodulated (detection task) or diotically amplitude modulated (discrimination task) reference intervals in three-interval,

forced-choice tasks. High frequency pure-tone as well as diotic and uncorrelated narrowband noise carriers were used in the experiments. In addition, the amplitude modulation detection thresholds were measured in the presence of interaurally in-phase and antiphasic amplitude modulation maskers. The results showed a limited frequency resolution in the processing of interaural level fluctuations in the binaural system. These results were used to develop and test a processing model that aims at accounting for detection and masking data with monaural and binaural, static and dynamic signals. The model was based on the key stages from the monaural modulation-filterbank model from Dau et al. (1997) and the binaural processing model from Breebaart et al. (2001).

Di. 15:40 SN 19.3

Binaurales Hören I

Effects of interaural time differences in fine structure and envelope on lateral discrimination in bilateral electrical hearing

P. Majdak^a, B. Laback^a und W.-D. Baumgartner^b

^a*Institut für Schallforschung, Österr. Akademie der Wissenschaft;*

^b*Universitätsklinik für HNO Wien*

Localization of sound sources is partly based on interaural time differences (ITDs). For lower frequencies, the neural stimulation pattern is synchronized to the phase of the carrier signal. Interaural difference of the phase, so called fine structure ITD, is important for determining the lateral position of the sound source. Bilateral cochlear implant (CI) listeners currently use stimulation strategies which encode ITD in the temporal envelope but which do not transmit ITD in the fine structure due to the constant phase in the electrical pulse train. To determine the necessity for encoding ITD in the fine structure, ITD-based lateralization discrimination was investigated with CI listeners and normal hearing subjects at different pulse rates for various combinations of independently controlled envelope ITD and fine structure ITD. Amplitude modulated pulse trains with a modulation rate of 13Hz were used. Results show that the fine structure ITD had the strongest impact on lateralization discrimination at lower pulse rates, with significant effects for pulse rates up to 800 pulses per second. At higher pulse rates, lateralization discrimination depended on the envelope ITD only. It is concluded that bilateral CI listeners benefit from transmitting fine structure ITD at lower pulse rates.

Di. 16:30 SN 19.3

Binaurales Hören I

Directional Perception of Multiple Sound Sources Based on Envelope CuesB. Seeber und E. Hafter*Department of Psychology*

Cochlear implants (CIs) transmit channel-wise envelope information to the auditory nerve. Using that strategy CIs were successful to restore the ability to understand speech in quiet, but patients encounter great difficulties in a noisy background.

The precedence effect describes the suppression of the directional influence of a lagging sound on the localization of a leading sound. Since precedence relies on the evaluation of ITDs at low frequencies, it is interesting to see if altered cues with CIs carry enough information for the precedence effect. Experiments are done in the simulated open-field environment, a calibrated loudspeaker setup in our anechoic chamber. Subjects judge the apparent location of sounds played with varying delay from speakers at $\pm 30^\circ$, using a movable visual pointer.

Two out of four bilateral CI-subjects showed some localization ability, but no evidence for the precedence effect arose. Concurrent sounds were localized in the middle between the two loudspeakers as known from summing localization. In opposite to normal hearing, patients localized two sound directions even for small delay times - one corresponding to each loudspeaker position. No suppression of the echo takes place. Studies with vocoder-simulations of CIs are underway to clarify if the information present in ILDs and envelope-ITDs is sufficient to evoke the precedence effect in normal hearing subjects. Support provided by NIH and NOHR. The talk will be held in German.

Di. 16:55 SN 19.3

Binaurales Hören I

Effects of interaural delay in ongoing fine structure, onset, and offset in electric and acoustic hearing: Model resultsB. Laback^a, P. Majdak^a und W.-D. Baumgartner^b^a*Institut für Schallforschung, Österr. Akademie der Wissenschaft;*^b*Universitätsklinik für HNO Wien*

The relative contributions of interaural time differences (ITD) in the ongoing fine structure and in the gating portions of signals to lateralization discrimination were studied in three cochlear implant (CI) subjects and five normal hearing (NH) subjects listening to an acoustic model of electrical stimulation. The first and last pulse of rectangularly gated pulse trains represented, per

definition, the gating portions, and the remaining pulses the fine structure. In experiment I, the stimuli consisted of four pulses of constant amplitude at rates of 100, 200, 400, and 800 pulses per second (pps). Two of the CI listeners showed sensitivity to fine structure ITD up to 800 pps, one CI listener at 100 pps only, and the NH listeners up to 400 pps. The relative contribution of gating ITD, in particular the onset, increased with increasing pulse rate. Experiment III used stimuli with constant durations and loudness adjusted amplitudes across all pulse rates. Up to 400 pps, the sensitivity to fine structure ITD increased and to gating ITD decreased with increasing duration. Most effects were successfully modeled by a multiple looks cross-correlation model, in which ITD information is integrated across time after applying a rate-dependent and subject-specific onset-weighting function.

Di. 17:20 SN 19.3

Binaurales Hören I

Frequenzübergreifende und zeitliche Integration binauraler Parameter mit Sequentiellen Monte Carlo Verfahren

J. Nix und V. Hohmann

Universität Oldenburg

Binaurale Parameter, insbesondere interaurale Pegeldifferenzen und interaurale Zeitdifferenzen, tragen zur auditorischen Lokalisation von Schallquellen bei und sind daher sowohl für eine technische Anwendung als auch für die Modellierung auditorischer Leistungen interessant. Wie gezeigt werden konnte, kann bei Verwendung einer Bayes'schen Methode, die eine probabilistische Frequenzintegration vornimmt, und im Zusammenhang mit empirisch gemessenen a priori Daten selbst bei niedrigen Signal-Rausch-Abständen die Richtung einer oder mehrerer Schallquellen robust verfolgt werden (Nix & Hohmann, Sound source localization in real sound fields based on the statistics of interaural Parameters, JASA, im Druck).

Ein Nachteil dieser Methode ist jedoch noch, daß der kontinuierliche Bewegungsablauf natürlicher Schallquellen in der Schätzung nicht berücksichtigt wird. Deswegen kommt es zu sprunghaften Schwankungen der Richtungsschätzung von einigen Grad sowie zu gelegentlichen vorne-hinten Vertauschungen. Sequentielle Monte Carlo (SMC) Verfahren bieten die Möglichkeit einer statistischen Integration dieser Richtungsdynamik zusammen mit zeitlichen und spektrotemporalen Merkmalen, ähnlich wie sie das Gehör vornimmt. Prinzipiell können sie auch Merkmale wie die Grundfrequenz integrieren (Siehe Meyer, Nix & Hohmann, DAGA 2004). Als Nachteil haben sie jedoch bei simpler Umsetzung

einen sehr hohen Rechenaufwand, was die Verwendung in auditorischen Modellen und technischen Anwendungen erschwert. Vorgestellt wird ein Konzept, das die jeweiligen Vorteile von SMC Methoden mit denen der ersten Methode (Richtungsschätzung nach Nix & Hohmann) kombiniert.

Di. 17:45 SN 19.3

Binaurales Hören I

Überarbeitetes Modell der binauralen Sprachverständlichkeit

R. Beutelmann und T. Brand

Universität Oldenburg, Institut für Physik, Medizinische Physik

Binaurales Hören hat einen erheblichen Einfluss auf die Sprachverständlichkeit in störgeräuschbelasteter und halliger Umgebung. Die Sprachverständlichkeitsschwelle (Signal-Rausch-Verhältnis, das zu einer Verständlichkeit von 50% führt, L50) kann durch Auswerten von binauralen Zeit- und Pegeldifferenzen um bis zu 12 dB verbessert werden (Bronkhorst, 2000, *Acustica* 86), wobei der tatsächliche Gewinn vor allem durch die räumliche Anordnung der Sprach- und Störquellen, durch die Raumakustik und einen etwaigen Hörverlust bestimmt wird. Mithilfe eines Modells binauraler Sprachverständlichkeit können sowohl Erkenntnisse über die Arbeitsweise des binauralen Gehörs gewonnen als auch Hilfestellungen bei der Hörgeräteversorgung und bei der akustischen Gestaltung von Räumen gegeben werden. Das hier vorgestellte Modell basiert auf der Arbeit von vom Hövel (Fortschritte der Akustik, DAGA '81, 1981). Es besteht aus einer gehörorientierten Gammaton-Filterbank, einem Equalization-Cancellation-Prozess in jedem Frequenzband zur binauralen Verarbeitung und dem (monauralen) Speech Intelligibility Index. Die individuelle Hörschwelle wird durch unkorrelierte Maskierungsrauschen auf die binauralen Eingangssignale aufgeprägt. Die auf der siebten Jahrestagung der DGA vorgestellte Version (Beutelmann und Brand, 2004, *ZfA Supp.* 7) des Modells war in der Lage, binaurale Sprachverständlichkeitsschwellen von normal- und schwerhörenden Probanden in verschiedenen räumlichen Situationen mit einem Korrelationskoeffizienten von über 0,9 vorherzusagen. Die absoluten Schwellen konnten jedoch nicht zufriedenstellend vorhergesagt werden. Deshalb wurde das Modell technisch überarbeitet, um vor allem die Berechnungsdauer zu reduzieren. Es konnte dadurch effizient auf eine große klinische Datenbank binauraler Sprachverständlichkeitsschwellen von 238 schwerhörenden Probanden angewendet werden, um durch Anpassung der internen Modellparameter die

verbliebenen Vorhersagefehler so weit wie möglich zu eliminieren.

Di. 18:10 SN 19.3

Binaurales Hören I

Ein binaurales Modell zur Evaluierung von Stereoaufnahmetechniken.

J. Braasch

CIRMMT, McGill University

Ein binaurales Modell wurde zur Beurteilung verschiedener Stereoaufnahmetechniken (AB, ORTF, MS, und XY) herangezogen. Hierzu analysiert das Modell die interauralen Zeitdifferenzen mittels einer Kreuzkorrelation und die interauralen Pegeldifferenzen mit einem Algorithmus, der auf Exzitations/Inhibitionszellen basiert. Neben der wahrgenommenen Position der mit dem Stereoverfahren reproduzierten Schallquelle kann das Modell auch die räumliche Ausdehnung der Hörereignisse schätzen. Hierzu bestimmt das Modell die Kohärenz beider Ohrsignale und die Übereinstimmung der geschätzten Positionen für verschiedene Frequenzbänder und Analysemethoden (interaurale Zeit- und Pegeldifferenzen). Das Modell enthält auch Module, die mittels Inhibitionseinheiten den Präzedenzeffekt simulieren. Auf diese Weise können die Aufnahmeverfahren auch in realen Umgebungen analysiert werden, und nicht nur unter reflexionsarmen 'Idealbedingungen'. Die Modellanalyse zeigt, wie die Hörereignisbreite beim Laufzeitverfahren (AB, ORTF) künstlich aufgeweitet wird, ein Effekt, der in der Tonmeistertradition durchaus erwünscht ist. Das Modell simuliert unter anderem auch, wie die Lokalisationskurve bei der Wiedergabe komprimiert wird. Einerseits kann so die gesamte Bühnenbreite räumlich erfaßt werden, andererseits wird der Zusammenbruch des Summenlokalisierungseffektes vermieden, der bei zu breit gewählter Stereobasis (90 Grad anstatt 60 Grad) auftreten kann.

Di. 14:00 SN 19.7

TA Lärm + 'Muster'-Zuschlag

Der Einfluss spezifischer Geräuschmuster auf den Grad der Belästigung - Anmerkungen zur Integration wesentlicher Geräuschphänomene

K. Genuit

HEAD acoustics GmbH

Die BImSchG legt Immissionsgrenzwerte fest, deren Einhaltung die Vermeidung von schädlichen Umwelteinwirkungen garantieren soll. Die Grenzwerte sind Beurteilungspegel, die

auf der Grundlage A-bewerteter Mittelungspegel und mit Hilfe semipauschaler Zuschläge berechnet werden. Aber gestattet das unweigerlich die Annahme, dass diese Angaben tatsächlich die menschliche Wahrnehmung/Belästigung widerspiegeln? Anhand ausgewählter Beispiele soll verdeutlicht werden, dass spezifische Geräuschmuster erhebliche Belästigungen hervorrufen können, die allerdings nicht mit der üblichen Fast-Integrationszeitkonstanten detektiert werden. Das menschliche Gehör besitzt eine zeitliche Auflösung von bis zu 2ms und nimmt spektrale Muster im Kurzzeitbereich wahr. Diese spektralen oder zeitlichen Muster sind im Wesentlichen unabhängig vom Pegel und deswegen über große Entfernungen, trotz der Abnahme des Geräuschpegels, von großer Bedeutung. Die Verringerung der Integrationszeit führt bereits im Hinblick auf die Detektion solch störender Muster insbesondere in Verbindung mit einer frequenzselektiven Messung zu deutlichen Verbesserungen. Diverse Messungen von Industrieanlagen in Nähe von Wohnumgebungen sowie exemplarische Untersuchungen im Bereich von Windkraftanlagen sollen die Notwendigkeit der Berücksichtigung von relevanten Geräuschmustern aufzeigen. Dabei sollen effiziente und praktikable Methoden und Berechnungsverfahren zur Diskussion gestellt werden, die die vernachlässigten wahrnehmungsrelevanten Geräuscheigenschaften bestimmen.

Di. 14:25 SN 19.7

TA Lärm + 'Muster'-Zuschlag

Auf der Suche nach dem Modell gegen die Ratlosigkeit

B. Schulte-Fortkamp

TU-Berlin

Seit Jahrzehnten ist die Beurteilung der Beeinträchtigung durch Umweltgeräusche Gegenstand der Lärmwirkungsforschung, und zwar in nationalen und internationalen Studien. In den Kreisen der "Beurteiler" gibt es immer wieder Schwierigkeiten, den Klagen der Betroffenen gerecht zu werden; ganz offensichtlich reicht die A-Bewertung vielfach nicht aus, um die beanstandeten Probleme zu lösen, manchmal sogar nicht einmal, sie zu detektieren. Diskutiert werden hier verschiedene Verfahrensansätze "richtiger" zu beurteilen. Dabei sollen kleinräumig fokussierte Ansätze, wie etwa die Erhebungsverfahren im Soundscaping besonders betrachtet werden. Neue Studien von Berglund, Brooks, und Kull geben Hinweise auf Strategien und Lösungen.

Di. 14:50 SN 19.7

TA Lärm + 'Muster'-Zuschlag

Diskussion der TA Lärm. Was brauchen wir wirklich?D. Kühner*deBAKOM GmbH, Odenthal*

Di. 15:15 SN 19.7

TA Lärm + 'Muster'-Zuschlag

Unerhörte Architektur - Akustik sehen und modellierenJ. Bauer*Architekt, Berlin*

Vor einigen Monaten traf ich einen amerikanischen Akustiker, der mich als Architekten mit folgender Behauptung konfrontierte: Er sagte: "Architekten interessieren sich überhaupt nicht für Akustik, weil Akustik unsichtbar ist und in der Wahrnehmung von Architekten offenbar keinen Platz findet". Natürlich war das rhetorische Polemik, doch kein Architekt wird verneinen, dass seine Ohren viel weniger geschult sind als seine Augen.

Ebenfalls vor einigen Monaten traf ich einen jahrzehntelang und international erfahrenen Akustik-Ingenieur und wollte von ihm wissen, welches Gebäude ihn denn in seinem langen Berufsleben akustisch besonders beeindruckt habe: er gab mir die ernüchternde Antwort: "mir fällt beim besten Willen keins ein.". Offensichtlich waren seine Augen weit weniger trainiert als seine Ohren.

Aus diesen zwei Begegnungen lassen sich zwei Fragestellungen formulieren:

- Wie kann man unsichtbare akustische Phänomene und Zusammenhänge sichtbar - und damit nicht nur für Architekten, sondern auch für ein breites Publikum leichter wahrnehmbar und bewußter erlebbar - machen?

und:

- Sollten akustische Anforderungen an ein Gebäude oder einen Stadtteil nicht mehr sein als "nur" Massnahmen zur Lärm-bekämpfung oder zur Minimierung von Geräuschentwicklung? Könnte man nicht - ganz anders als in der DIN - Leitvisionen entwickeln, wie ein Gebäude oder ein Stadtteil klingen anstatt nicht lärmern soll?

Der Beitrag formuliert einige Ideen und hofft auf ein kritisch aufhorchendes Feedback.

Di. 15:40 SN 19.7 Wahrn. u. Wirkung von tieffreq. Schall

Tieffrequenter Wohnlärm - Ursachen, Auswirkungen und Minderungsmöglichkeiten

J. Feldmann und A. Jakob

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Umweltschall in Wohnräumen durchläuft auf seinem Weg von der Quelle zum Empfänger mindestens zweimal ein physikalisches Tiefpassfilter: durch die Ausbreitungsdämpfung der Luft bei hohen Frequenzen, sowie durch die mangelnde Schalldämmung gängiger Baukonstruktionen bei tiefen Frequenzen. Hinzu kann bei älteren Menschen noch ein dritter Effekt, nämlich eine Filterung durch den Einfluss des Lebensalters auf das Hören hoher Frequenzen kommen. Die dadurch auftretende Reduzierung und damit starke Verfremdung eines im subjektiven Erfahrungsschatz bekannten Geräusches zu tiefen Frequenzen hin, könnte Ursache zu einer besonderen Lärmbelastung sein. Hinzu kommen in vielen Fällen noch Vibrationen und Pulsationen, die die Wahrnehmung auch niedrigerer Schallpegel verstärken können, sowie starke örtliche Schallfeldschwankungen durch stehende Wellen in geschlossenen Räumen. Der Vortrag fasst den Kenntnisstand der Problematik tieffrequenten Lärms in Wohnräumen zusammen und zeigt technische Lösungen auf, wie man zumindest die Schalldämmung bei tiefen Frequenzen, insbesondere bei Fassadenschwachstellen, wie Fenster, verbessern kann. Dabei zeigt sich auch, dass zwar die Spektrumsanpassungswerte der ISO verändert werden können, das bewertete Schalldämmmaß aber relativ unbeeinflusst bleibt und somit keine geeignete Größe darstellt, die beschriebenen, deutlich hörbaren Effekte zu repräsentieren.

Di. 16:05 SN 19.7 Wahrn. u. Wirkung von tieffreq. Schall

Tieffrequente Schallbelastung und Schlaf - aktueller Kenntnisstand

C. Maschke^a, H. Niemann^a, K. Hecht^a und M. Huber^b

^a*Forschungsverbund 'Lärm & Gesundheit';* ^b*Berliner Zentrum Public Health*

Geräusche mit einem dominanten Anteil von Frequenzen im Bereich von 20 bis 200 Hz (tieffrequente Geräusche) werden von einer Vielzahl von Fahrzeugen wie Lastern, Bussen, Zügen, Flugzeugen und Hubschraubern emittiert. Tieffrequente Geräusche werden aber auch von stationären Quellen emittiert, die häufig mit Erhitzung, Kühlung oder Belüftung von Gebäuden verbunden sind. Der tieffrequente Schall kann sich über sehr lange Entfernungen mit nur geringer Abschwächung fortpflanzen und passiert mit geringer Abschwächung Wände und Fenster. Anwohner können sich deshalb nur schwer gegen tieffrequente Immissionen schützen. Im Zusammenhang mit tieffrequenten Geräuschbelastungen wird von den Betroffenen häufig über Schlafstörungen geklagt. Die schlafstörende Wirkung von nächtlichem Lärm ist wissenschaftlich anerkannt. Für Verkehrsgeräusche gibt es eine große Anzahl von Studien, in denen die Wirkung auf den Schlaf und das Wohlbefinden untersucht wurde. Über den tieffrequenten Energieanteil in den untersuchten Verkehrsgeräuschen ist jedoch meist wenig bekannt. So ist in vielen Publikationen lediglich der A-bewertete Schalldruckpegel angegeben. Die Anzahl von Schlafstudien die hinsichtlich der Wirkung von tieffrequenten Verkehrsgeräuschen ausgewertet werden können ist daher klein. Der aktuelle Kenntnisstand wird vorgestellt und diskutiert.

Di. 14:00 PK 3.2 Metrologie in der Akustik

Ermittlung der Messunsicherheit: Grundlegende Konzepte, Beispiele und Rechenverfahren

B.R.L. Siebert

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Der Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) [1] ist das grundlegende Dokument für die Ermittlung der Unsicherheit die Werten gemessener Größen beizuordnen ist. Der GUM fordert, das Zusammenwirken aller Größen, die die Messgröße (Ausgangsgröße) maßgeblich beeinflussen, durch ein geeignetes Modell darzustellen und die prinzipiell unvollständigen Kenntnisse über diese Messgrößen (Eingangsgrößen)

durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Messgröße auszudrücken, deren Erwartungswert als bester Schätzwert für den Wert der Größe und deren Standardabweichung als die diesem Schätzwert beizuordnende Unsicherheit interpretiert werden. Die dem Wert der Ausgangsgröße beizuordnende Unsicherheit folgt aus einer modellkonformen Faltung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Eingangsgrößen. Für die Praxis empfiehlt der GUM eine einfache Standardvorgehensweise, die die meisten Probleme ohne mathematisch-theoretischen Aufwand löst. Diese Arbeit erläutert kurz und bündig die theoretischen Grundlagen und stellt die Standardvorgehensweise anhand von Beispielen ausführlich dar. Darüber hinaus wird an einem Beispiel aus der Bauakustik [2] gezeigt, dass man in den seltenen Fällen wo die Standardvorgehensweise nach GUM nicht anwendbar ist, die Unsicherheit nach GUM mit fortgeschrittenen Rechenmethoden, z.B. der Monte-Carlo-Methode, ermitteln kann.

[1] ISO: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) First Edition 1993, ISO, Geneva, CH, ISBN 92-67-10188-9 [2] Goydke, Hans ; Siebert, Bernd R. L. ; Scholl, Werner: Studie zur Bestimmung von Messunsicherheiten bei Schalldämmungsmessungen. In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 51 (2004), Nr. 1, S. 7 - 12

Di. 14:50 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Die Behandlung der Messunsicherheit in der internationalen akustischen Normung

K. Brinkmann und T. Fedtke

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Die 1999 erschienene internationale Norm ISO/IEC 17025 zur Kompetenz von Laboratorien fordert von allen Prüf- und Kalibrierlaboratorien, dass sie in der Lage sind, die Unsicherheit ihrer Messergebnisse abzuschätzen. Laboratorien, die international genormte akustische Messverfahren anwenden, erwarten aber mit Recht, dass diese Normen geeignete Informationen und Anleitungen zur Ermittlung der Messunsicherheit enthalten.

Diese Situation war 2003 der Anlass für das Technische Komitee ISO/TC 43 "Acoustics" und seines Unterkomitees 1 "Noise", eine Strategie zu beschließen, wie diesen Anwender-Erwartungen zukünftig in allen neuen oder revidierten Normen über akustische Messverfahren zu entsprechen sei. Grundsätzlich soll danach der ISO "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM) die Grundlage für alle zukünftigen Messunsicherheitsbetrachtungen in der Akustik sein. Nur in Fällen, in denen heute

noch ausreichende Kenntnisse zur Anwendung des GUM fehlen, sind Übergangslösungen erlaubt, um laufende Normungsvorhaben nicht über Gebühr zu verzögern.

Inzwischen liegen umfangreiche Erfahrungen über die Umsetzung dieser Strategie in der Praxis vor, über die hier berichtet werden soll. Es zeigte sich, dass selbst bei scheinbar längst etablierten Messverfahren noch viel Forschungsarbeit zu leisten sein wird, um verlässliche Aussagen zur Messunsicherheit machen zu können.

Di. 15:15 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

DKD-Akkreditierung als Kalibrierlaboratorium für akustische Messgrößen

C. Schlums^a, W. Bosch^a und T. Fedtke^b

^aDKD - Deutscher Kalibrierdienst; ^bPhysikalisch-Technische Bundesanstalt

Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD) ist ein Zusammenschluss von Kalibrierlaboratorien aus Industrieunternehmen, Forschungsinstituten, technischen Behörden, Überwachungs- und Prüfinstitutionen. Diese Laboratorien werden von der Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes akkreditiert und überwacht. Sie führen Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die bei der Akkreditierung festgelegten Messgrößen und Messbereiche durch. Die von ihnen aus gestellten DKD-Kalibrierscheine sind ein Nachweis für die Rückführung auf nationale Normale, wie sie von der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 und der DIN EN ISO/IEC 17025 gefordert werden. Kalibrierungen durch DKD-Laboratorien geben dem Anwender Sicherheit für die Verlässlichkeit von Messergebnissen, erhöhen das Vertrauen der Kunden und die Wettbewerbsfähigkeit auf dem nationalen und internationalen Markt. Sie dienen als messtechnische Grundlage für die Mess- und Prüfmittelüberwachung im Rahmen des Qualitätsmanagements. Auch im Bereich akustischer Messgrößen sind bereits seit mehreren Jahren Kalibrierlaboratorien im DKD akkreditiert. Druck- und Leerlaufübertragungsmaß von Messmikrophonen, Schalldruckpegel, Frequenz und Klirrfaktor von Pistophonon und Schallkalibratoren können im DKD rückgeführt kalibriert werden. Der Vortrag erläutert die Voraussetzungen für eine Akkreditierung als Kalibrierlaboratorium und gibt einen Überblick über die bestehenden Akkreditierungen in diesem Bereich.

Di. 15:40 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Bauartzulassungen von Schallpegelmessgeräten entsprechend der Normen DIN EN 61672 Teil 1 und Teil 2D. Ratschko*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Die Eichfähigkeit von Schallpegelmessgeräten wird seit kurzem mit Hilfe der Schallpegelmessgerätenormen DIN EN 61672 Teil 1 und Teil 2 festgestellt. Der Teil 1 regelt die Anforderungen an Schallpegelmessgeräte und der zweite Teil regelt die Baumusterprüfungen. Die Pegelhäufigkeitsverteilung und der Taktmaximalpegel werden entsprechend der nationalen Norm DIN 45657 überprüft. Grundlage für die Feststellung der Eichfähigkeit von Schallpegelmessgeräten sind das Eichgesetz und die Eichordnung. Erst wenn alle Forderungen aus dem Eichgesetz, der Eichordnung und den zuvor genannten Normen erfüllt sind, kann die Eichfähigkeit eines Schallpegelmessgerätes festgestellt werden.

Di. 16:30 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Entwicklung eines Messverfahrens für die akustische Transferimpedanz künstlicher OhrenT. Fedtke*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Bezugshörschwellen für Audiometrikopfhörer werden unter Referenzbedingungen mittels subjektiver Messungen an otologisch normalen Versuchspersonen bestimmt. Die Weitergabe dieser Daten erfolgt über die Messung des schwellenbezogenen Ausgangsschalldruckpegels der Kopfhörer an künstlichen Ohren nach IEC 60318-1. Um dabei die Messsicherheit garantieren zu können, ist es vorgeschrieben, dass die künstlichen Ohren regelmäßig überprüft werden. Kriterium für ihre ordnungsgemäße Funktion ist die Einhaltung der Anforderungen an die akustische Transferimpedanz, die auch in der derzeitigen Fassung von IEC 60318-1 genormt sind. Allerdings fehlen dort Angaben über Toleranzen und die Festlegung eines Messverfahrens, so dass dieser Parameter nicht direkt von Prüflaboratorien verifiziert werden kann. In der zur Zeit durchgeführten Revision der Norm wird die Absicht verfolgt, diese Spezifikationen einzuarbeiten. Im Rahmen eines EUROMET-Projekts wird das im neuen Normentwurf vorgeschlagene Messverfahren erprobt. In dieser Arbeit wird die Umsetzung des Messverfahrens in der PTB vorgestellt, und es wird über Erfahrungen und Ergebnisse berichtet.

Di. 16:55 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Measurement of Static Pressure Coefficient of Laboratory Standard Microphones at Low Frequencies by Primary Method for Pressure CalibrationM. Sinojmeri*Bundesamt für Eich und Vermessungswesen Wien*

The calibration system for measuring the pressure sensitivity of laboratory standard microphones is described. The influence of environmental parameters as static pressure, temperature and humidity on the measurement uncertainty is shown. The static pressure coefficients of LS1 laboratory standard microphones at a frequency range 2 - 250 Hz, were measured by the pressure reciprocity technique in a pressure controlled environment. There are several models proposed which practically simplify the frequency dependence of static pressure coefficient to a single frequency function. The analysis of the experimental results from the point of view of best approach is presented.

Di. 17:20 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Uncertainty in the Realization of the Standard of Sound Pressure in Low Ultrasonic Frequency Range by the Free-Field Reciprocity TechniqueN. Bouaoua^a, T. Fedtke^a und V. Mellert^b^a*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*; ^b*Universität Oldenburg*

The standard of sound pressure in air up to 40 kHz is realized by means of the reciprocity calibration of half-inch laboratory standard microphones. In order to extend the frequency range towards higher frequencies a new automated measurement set-up for free-field reciprocity calibration of quarter-inch working standard microphones has been established [J. Acoust. Soc. Am. 118, 1944 (2005)]. This paper describes the measurement uncertainty associated with the realization of the standard of sound pressure in the low ultrasonic frequency range using quarter-inch working standard microphones. Measurement techniques and calculation procedures suited to minimize the uncertainty are described and components of uncertainty in the frequency range 20 kHz to 125 kHz are given. The uncertainty was calculated according to the guide to the expression of uncertainty in measurement, GUM.

Di. 17:45 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Hydrophone und ihre Kalibrierung für die Messung von Ultraschall in FlüssigkeitenC. Koch*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Bei der Bestimmung der Ultraschallfeldgrößen in Wasser spielen Hydrophone eine entscheidende Rolle. Sie liefern ein Drucksignal mit hoher Empfindlichkeit und ermöglichen eine Messung mit räumlicher Auflösung. So erfordern die Normen z. B. zahlreiche Hydrophonmessungen bei der Deklaration der Ausgangsgrößen von therapeutischen und diagnostischen medizinischen Ultraschallgeräten, um z. B. Unregelmäßigkeiten im Feld oder "hot spots" zu vermeiden.

Da die Ausgangssignale in allen bisherigen physikalischen Konzepten für Hydrophone eine starke Abhängigkeit von Materialparametern oder Langzeitschwankungen beobachtet wurden, ist eine regelmäßige Kalibrierung für verlässliche Messergebnisse unabdingbar. Gleichzeitig erfolgt mit kalibrierten Hydrophonen die Weitergabe der Schalldruckeinheit 1 Pa im Ultraschall. Zur Darstellung der Einheit unterhält die Physikalisch-Technische Bundesanstalt einen interferometrischen Messplatz, der 1 Pa auf die SI-Einheit 1 m zurückführt. Wegen des hohen Aufwands wird die Weitergabe jedoch über sekundäre Verfahren wie die Time-delay Spectrometry (TDS) oder Impulstechniken realisiert. Interessante Alternativen bieten interferenzoptische Sensoren, die mit extrem breitbandigen Übertragungseigenschaften aufwarten und als Normal für die Phase der Empfindlichkeit eingesetzt werden. Im Vortrag werden sowohl verschiedene Hydrophone als auch die notwendigen Techniken zur Kalibrierung und Weitergabe der Einheit vorgestellt. Es wird auf normative Anforderungen ebenso eingegangen wie zukünftige Entwicklungen diskutiert.

Di. 18:10 PK 3.2

Metrologie in der Akustik

Tragbares Leistungsnormale für die Ultraschall-PhysiotherapieK. Beissner*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)*

Ultraschall-Physiotherapie ist eine weit verbreitete medizinische Anwendung. In Normen ist festgelegt, dass zur Charakterisierung des abgegebenen Ultraschallfeldes die in Wasser ermittelte Ultraschallleistung anzugeben ist. Entsprechende Messgeräte,

die meistens auf dem Schallstrahlungskraft-Prinzip beruhen, unterliegen dem Qualitätsmanagement. Zur Erleichterung und Verbesserung der Rückführung wurde in einer internationalen Kooperation und von der EU gefördert ein tragbares Ultraschall-Leistungsnorm (PPS) entwickelt und erprobt. Teilnehmer am Projekt neben der PTB waren TNO/NL (Koordinator), NPL/UK und CSIRO/Australien. Jeder Teilnehmer erhielt eine Ausführung des PPS. Wesentliche Teile des Gerätes sind das Versorgungsgerät (Konsole) und die Ultraschallwandler, die auf Ultraschall-Therapieköpfen basieren. Die abgegebene Ultraschallleistung aller verwendeten Konsolen und Wandler wurde mit der primären PTB-Schallstrahlungskraftwaage ermittelt. Das für die PTB selbst bestimmte Exemplar wurde darüber hinaus über einen Zeitraum von etwa 18 Monaten auf seine Konstanz hin überprüft. Während dieses Zeitraums wurde das Gerät auch zu drei Anwendern (zwei Hersteller von Therapiegeräten, ein Testhaus) in Deutschland geschickt, um es auf seine Praxistauglichkeit hin erproben zu lassen. Die von den Anwendern berichteten Erfahrungen wurden für Verbesserungen genutzt. Das Gerät steht jetzt Interessenten gegen Gebühr zur Verfügung.

Di. 14:00 PK 3.3

Audiologie

Zur Entstehung der Innenohrkomponente des Knochenschalls

H. Taschke

Lumberg Connect GmbH & Co. KG

Die Möglichkeit der direkten Anregung des Innenohrs über die Knochenschallleitung ist seit langem bekannt. Diese Übertragungswege werden z.B. in der medizinischen Diagnose von Hörschäden ausgenutzt, um zwischen Schallleitungsstörungen und sensoneuralen Störungen zu differenzieren. Die zugrundeliegenden Mechanismen werden unter dem Begriff der "Innenohrkomponente des Knochenschalls" zusammengefasst. Zur Entstehung der Innenohrkomponente existiert eine Reihe von Theorien (z.B. die Kompressions- oder die Verwindungstheorie) deren Gültigkeit bisher nicht vollständig geklärt werden konnte. Berechnungen mit dem Bochum Head and Ear Model (BOHEAR) erlauben einen Blick auf die bewegte Cochlea, wie er bisher messtechnisch ohne Beschädigung des Knochengewebes kaum möglich war. Das Modell wurde daher dazu verwendet, wesentliche Fragestellungen zur Übertragung von Knochenschallschwingungen auf das Innenohr, neu zu beleuchten. Zunächst wurde anhand eines Teilmodells des Innenohrs und des Knochens in

dessen unmittelbarer Umgebung ermittelt, welche Schwingungsformen überhaupt für eine effektive direkte Anregung geeignet sind. Dazu wurden Berechnungen mit rein translatorischen und rein kompressiven Anregungen durchgeführt. Die Schwingungsformen der knöchernen Schale der Cochlea im realen Anregungsfall konnten anhand von Simulationen mit dem vollständigen Kopfmodell BOHEAR analysiert werden. Es treten sowohl strukturkonservative Schwingungen wie auch strukturverändernde Schwingungen (Strukturschwingungen) auf. Die Betrachtung der Schwingungsgrößen innerhalb der Cochlea, wie der Druckverteilung in der Lymphe und der Auslenkungen Basilarmembran, ermöglichte im Rahmen der Modellgenauigkeit eine fundierte Einschätzung dazu, welche Schwingungen des Knochens für die Übertragung von Knochenschall relevant sind und welche Frequenzabhängigkeit es diesbezüglich gibt. Der Vortrag beschreibt das Vorgehen und die Ergebnisse der genannten Untersuchungen im Detail.

Di. 14:25 PK 3.3

Audiologie

Auditorische Hirnrindenpotentiale auf einsilbige Sprachreize

U. Hoppe und F. Digeser

HNO-Klinik Universität Erlangen

Auditorische Hirnrindenpotentiale spiegeln die elektrische Hirnaktivität mit einer sehr hohen zeitlichen Auflösung wider. In früheren Studien wurde untersucht, inwieweit sich sprachspezifische Verarbeitungen mit auditorischen Hirnrindenpotentialen abbilden lassen. In der Regel werden hierzu aufwändige Paradigmen mit abwechselnder Präsentation unterschiedlicher Stimuli eingesetzt. Nachteil dieser Art ist, dass sehr lange Untersuchungszeiten in Kauf genommen werden müssen. Gegenstand der aktuellen Studie war, inwieweit der phonetische Unterschied zwischen den Einsilbern /da/ und /ta/ sich allein durch die wiederholte Präsentation der Einzelwörter nachweisen lassen. Hierzu wurden an zehn normalhörigen jungen Erwachsenen auditorische Hirnrindenpotentiale mit 2 Elektroden über einen Zeitraum vom 800 ms abgeleitet. Die Sprachsignale wurden 200 mal je Reizart präsentiert. Es wurden die gemittelten Antworten ausgewertet. Es zeigt sich bei allen Subjekten deutliche Latenzverlängerungen bei dem Stimulus /da/, der sich durch die Einhüllende des Sprachsignals erklären lässt.

Di. 14:50 PK 3.3

Audiologie

The evolution of artificial STRF by ICA and long speech signalsO. Lassak und H.-H. Bothe*Technical University of Denmark*

Neurons in the primary auditory cortex utilize multidimensional multi-scale receptive activation fields, which are associated to specific frequency bands and to specific timing patterns of the input signal. Such an auditory 'spatio-temporal receptive field (STRF)' can be determined with the help of reverse correlation methods if the activation or output signal pattern of the neuron is known. Since this seems impossible for neurons in the human auditory cortex, only simulations can be preformed, which show that the evolution of respective banks of STRF is possible and also useful from the perspective of an 'optimal' information processing. Our paper describes a method to emulate the evolution of monaurally-based sets of STRF utilizing nine minutes of normally articulated speech as input and modified forms of independent component analysis (ICA) plus a sparse matrix and coding criterion. The acoustic speech signal is preprocessed in a biologically plausible form and arrives in the auditory cortex in modified spectrogram representation. The bank of STRF acts on that spectrogram, producing temporal courses of 'micro-features' that can be used for further processing as, for example, recognition, identification, object binding, localization, etc., as they are expected in higher cortical areas.

Di. 15:15 PK 3.3

Audiologie

Messtechnische Konsequenzen der dreidimensionalen Schalleinkopplung in den GehörgangS. Schmidt und H. Hudde*Institut für Kommunikationsakustik*

Untersuchungen am BOHEAR-Außenohrmodell (Schmidt/Hudde, DAGA'05) haben gezeigt, dass das Schallfeld im Gehörgang eine sehr komplexe und von der Quelle abhängige Struktur aufweist. Vor allem an dessen gut zugänglichen Eingang liegt ein ausgesprochen inhomogenes Feld vor. Diese Situation hat Konsequenzen für Impedanz- und Schalldruckmessungen am Gehörgangseingang. Die akustische Eingangsimpedanz ($Z=p/q$) setzt die Definition einer vom Schallfluss q durchtretenen Fläche mit konstantem Schalldruck

p voraus. Messtechnisch wird diese Ebene durch die vom akustischen Messgerät eingeprägte Grenzfläche zum Gehörgang festgelegt. Mit dem Außenohrmodell wurden Messungen bei unterschiedlichen Konfigurationen von Messgerät und Gehörgang simuliert, um zu untersuchen, ob diese recht willkürliche Wahl der Definitionsebene zu Widersprüchen führt. Es zeigte sich, dass die ermittelten Impedanzen wesentlich von der Art und vom Ansatz des Messgeräts abhängen. Eine andere Situation ergibt sich jedoch, wenn Punktübertragungsfunktionen im Gehörgang bestimmt werden sollen. Diese sind z.B. nützlich, um den Trommelfellschalldruck aus dem Schalldruck am Eingang berechnen zu können. Zur Messung setzt man Sondenmikrofone ein, um den Schalldruck an verschiedenen Positionen im Gehörgang zu bestimmen. Der wesentliche Unterschied zur Impedanzdefinition ist hierbei der Bezug auf Punkte anstatt auf Flächen. Mit Hilfe des Außenohrmodells konnte gezeigt werden, dass sich Punktübertragungsfunktionen unabhängig von der äußeren Quelle gut messen und reproduzieren lassen.

Di. 15:40 PK 3.3

Audiologie

Anwendbarkeit des SII für nichtlinear dynamik-komprimierte Sprache

T. Sankowsky und M. Hansen

Institut für Hörtechnik & Audiologie

Der SII (speech intelligibility index) ist ein psychoakustisches Modell zur Vorhersage der realisierbaren Sprachverständlichkeit von Übertragungssystemen. Er wird angewendet um Einflüsse von linearer Frequenzgangverzerrung, additiv überlagertem Störgeräusch und Nachhall auf die Sprachverständlichkeit zu bestimmen. Darüber hinaus lässt der SII auch eine Aussage über die Auswirkung eines frequenzabhängigen Hörverlustes auf die Sprachverständlichkeit zu. Eine Forderung des SII ist die Linearität des Übertragungssystems, wodurch Sprache auch nach der Übertragung einen Dynamikbereich von 30 dB aufweist. Eine Reihe von Übertragungssystemen weist jedoch eine nicht unerhebliche und zumeist bewusst eingeführte Nichtlinearität auf, wie z. B. die Amplitudenkompression in modernen Hörgeräten, die zur Kompensation von Recruitment bei sensorineuralem Hörverlust eingesetzt wird. Es wurde der Einfluss von Amplitudenkompression auf die Sprachverständlichkeit von normalhörenden Probanden untersucht. Hierfür wurden verschiedene Kompressionsverfahren, ähnlich denen in kommerziellen Hörgeräten, verwendet. Der Dynamikbereich von Sprache in Ruhe

wurde breitbandig oder in 4 bzw. 19 spektralen Bändern mit verschiedenen Kompressionsverhältnissen und stets kurzen Kompressionszeitkonstanten effektiv komprimiert. Anschließend wurde die komprimierte Sprache bei verschiedenen S/N zu unmoduliertem sprachförmigen Rauschen addiert. Die Ergebnisse zeigten für breitbandige Kompression positive und für Kompression in mehreren spektralen Bändern negative Auswirkungen auf die Sprachverständlichkeit. Durch den SII konnten diese Auswirkungen nicht vorhergesagt werden, jedoch konnte durch eine Modifizierung der SII-Berechnung die Vorhersage der empirisch gefundenen Sprachverständlichkeit erreicht werden.

Di. 16:05 PK 3.3

Audiologie

Instantanfrequenzgesteuerte Multikanal-Dynamikkompression

T. Bisitz^a und V. Hohmann^b

Universität Oldenburg

Wir stellen ein vereinfachtes Cochlea-Signalverarbeitungsmodell vor, das einen pathologischen Lautheitsanstieg (Rekrutment) ausgleichen soll. In der gesunden menschlichen Cochlea bewirken aktive Prozesse eine Verstärkung der Schwingungsamplitude der Basilarmembran bei niedrigen Schallpegeln, die bei zunehmendem Pegel abnimmt. Dies wird als (nahezu) instantane Dynamikkompression verstanden und auf die Funktion der äußeren Haarzellen zurückgeführt. Durch deren Verlust kann der Mechanismus teilweise oder vollständig ausfallen.

Bei dem Modell wird die instantane Kompression bewirkt, indem am Ausgang einer Gammaton-Filterbank in jedem Kanal anhand der Instantanfrequenz entschieden wird, ob dieser Kanal aktiv verstärkt wird oder nicht. Die bei Basilarmembran-Messungen festgestellte Pegelabhängigkeit der Filter kann so nachgebildet werden. Bei bisherigen instantanen Verfahren auftauchende Artefakte unterbleiben. Im Gegensatz zu herkömmlichen Dynamikkompressionsverfahren ist eine gehörgerechte Zeit- und Frequenzauflösung realisiert.

Das implementierte Signalverarbeitungsmodell kann direkt genutzt werden, um Messungen mit Schwerhörenden durchzuführen. Mit Anpassung an den individuellen Hörverlust wurden Messungen zur Sprachverständlichkeit (Bestimmung des SRT) sowohl im unmodulierten als auch modulierten Störgeräusch durchgeführt. Als Vergleich wurden eine lineare Verarbeitung mit half-gain-rule ("halber Hörverlust" als Verstärkung) und ein herkömmlicher Mehrkanal-Dynamikkompressor mit Zeitkonstanten heran-

gezogen. Weiterhin wurden Paarvergleichsmessungen zur Beurteilung der Klanqualität und Höranstrengung durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen werden im Vortrag vorgestellt.

Di. 16:30 PK 3.3

Audiologie

Die Modellierung der RECD bei Hörgeräten

A. Stirnemann

Phonak AG

Bei der Anpassung von Hörgeräten spielt die akustische Ankopplung des Hörgeräts am Ohr eine wichtige Rolle. Es geht dabei um die Übertragung des elektrischen Signals vom DA-Wandler über den Receiver und ein mehr oder weniger langes Tubing in den Ohrkanal und weiter zum Trommelfell. In der Praxis wird der Übertragungspfad nicht direkt spezifiziert, sondern zusammengesetzt aus der Referenzmessung am 2ccm Kuppler und der Differenz vom Kuppler zum Ohr (RECD = real ear to coupler difference). Im Prinzip ist die RECD eine reine elektroakustische Übertragungsgrösse, welche aber aufgrund der individuellen Impedanzverhältnisse im Ohr stark variieren kann. Eine Modellierung der RECD gibt zuerst ein allgemeines Verständnis für diesen Effekt, andererseits können die Sensitivitäten bezüglich der verschiedenen Parameter evaluiert werden. Der Beitrag erläutert die gesamte Modellierung der RECD mittels Zweitortheorie und Impedanzen, ausgehend von einem allgemeinen Ansatz. Messtechnische Identifikation und Integration der Teilsysteme Hörgeräteausgangsimpedanz, Tubing, Gehörgang, Vent und Trommelfellimpedanz werden erläutert. Theorie und Experiment werden anhand von Messungen am Earsimulator IEC711 sowie an Versuchspersonen illustriert und verglichen. Der Vergleich erfolgt zwischen gemessenen Übertragungsfunktionen und den entsprechenden modellierten Funktionen, welche aus einer Kombination von gemessenen und theoretischen Impedanzen und Tubingmodellen resultieren. Um eine korrekte individuelle RECD zuverlässig erfassen und kompensieren zu können gibt es aber praktisch nur die individuelle Messung mittels Mikrofonsonde, bei der auch gleich das entsprechende Hörgerät als Schallquelle verwendet wird.

Di. 17:20 PK 3.3

Medizinische Akustik

Mathematische Aspekte der gesundheitlichen Beeinträchtigung durch transiente Geräuschereignisse auf der Grundlage von zeitlich veränderlichen Cortisol-KonzentrationenD. Windelberg*Institut für Mathematik, Universität Hannover*

Nächtliche transiente Geräuschereignisse wie Schienen-Güterverkehr oder Flugverkehr führen oft bei Anwohnern zu Stressreaktionen, die durch eine Erhöhung der Cortisol-Konzentration im menschlichen Körper messbar werden. Spreng hat in [1] gezeigt, dass diese Cortisol-Konzentration einerseits mit der Tageszeit nach einer festen Gesetzmäßigkeit variiert und andererseits zusätzlich durch transiente Geräuschereignisse anwächst. Ferner wurde erkannt, dass während des Schlafes die Überschreitung einer (individuellen) Cortisol-Konzentrations-Schwelle Aufweckreaktionen hervorruft. Windelberg hat in [2] Aufweck-Wahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Höhe und Dauer einzelner Geräuschereignisse mathematisch beschrieben. Insgesamt kann damit berechnet werden, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt die Gesamt-Cortisol-Konzentration einen Schwellenwert überschreitet. Mit diesem Berechnungsverfahren kann untersucht werden, wie unterschiedlich Geräusch-Szenarien sein können, obwohl sie die gleichen Aufweckreaktionen verursachen; es kann aber auch untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen der durch Geräuschereignisse erhöhten Cortisol-Konzentration und dem Nacht-Mittelungspegel gibt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden vorgestellt. Literatur: [1] M.Spreng: Cortical Excitation, Cortisol Excretion and Estimation of Tolerable Nightly Over-Flights. *Noise & Health* 4 (2002), 39-46. [2] D.Windelberg: Aufweck-Pegel und Lärmpausen bei Schienen- und Fluglärm. *Immissionsschutz* 8 (2004), 114-124.

Di. 17:45 PK 3.3

Medizinische Akustik

Optimierung der Meßparameter für die funktionelle Magnetresonanztomographie des auditorischen SystemsS. Uppenkamp, K. Batsalaruban und E. Bopda*Medizinische Physik, Institut für Physik*

Das Hauptproblem für die Untersuchung des auditorischen Systems mit der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) ist der Lärm, den der MR Tomograph bei der Datenaufnahme produziert. Je nach verwendeter Bildgebungssequenz können

Schalldruckpegel am Kopf der Versuchsperson zwischen 90 und 110 dB SPL entstehen. Ein Versuchsparadigma, mit dem der negative Einfluß auf die gemessenen Aktivierungskarten weitgehend minimiert wird, ist das sogenannte "sparse temporal sampling" (Hall et al., Human Brain Mapping, vol. 7, pp. 213-223, 1999). Dieses Paradigma erhöht jedoch die erforderliche Meßzeit, so daß umfangreiche Experimente mit verschiedenen Stimulusbedingungen nur schwer realisierbar sind, da die Probanden in einem Durchgang nicht für mehr als eine Stunde untersucht werden können. In dieser Studie wurde der Einfluß der beiden MRT-Meßparameter TR (time of repeat = Datenrate, mit der eine Sequenz von Schichtbildern aufgenommen wird, 6-10 sec) und TE (time of echo, 39-77 ms) auf die gemessenen Aktivierungskarten im auditorischen System untersucht. Eine zu starke Verkürzung von TR verschlechtert das Verhältnis von Stimuluspräsentation zu Scannerlärm, so daß die gesuchte Aktivierung möglicherweise nicht mehr meßbar ist. Die Verkürzung von TE erlaubt zwar eine schnellere Datenaufnahme für jede einzelne Schichtaufnahme, hat jedoch einen großen Einfluß sowohl auf den Pegel des Störgeräusches als auch auf den Bildkontrast zwischen den unterschiedlich aktivierten Regionen des Gehirns.

Di. 18:10 PK 3.3

Medizinische Akustik

Lärmbelastung in Inkubatoren

D. Krahé

Bergische Universität Wuppertal

Inkubatoren sollen Frühgeborenen eine Umgebung schaffen, in der sie außerhalb des Mutterleibes soweit heranwachsen können, bis ein stabiler Zustand in normaler Umgebung sichergestellt ist. Dabei ist die Einhaltung z.B. der Temperatur und der Luftfeuchte in engen Toleranzbereichen von lebenswichtiger Bedeutung. Weniger eng, weil scheinbar weniger lebenswichtig, werden die akustischen Bedingungen im Inkubator kontrolliert, obwohl die Lärmbelastung nicht gering ist. Zwar weiß man, dass der Fetus auch im Mutterleib einer akustischen Belastung ausgesetzt ist, doch ist diese ganz anderer Art als die im Inkubator. Diesem Umstand waren eine Reihe von Untersuchungen in der Vergangenheit gewidmet, allerdings mit recht wenigen Konsequenzen für die Konstruktion und den Aufbau von Inkubatoren. Das ist heute weniger akzeptabel als in früheren Zeiten, da heute Feten mit einem Geburtsgewicht von ca. 400 gr. eine Überlebenschance haben, dafür aber mitunter Monate in einem Inkubator liegen müssen. Es ist deshalb geboten, die akustischen Bedingungen

im Inkubator unter diesem Gesichtspunkt zu analysieren, zu bewerten und möglicherweise zu verändern. Ziel kann dabei nicht die absolute Ruhe sein, da der akustische Reiz in gewisser Art und in gewissem Maße für die positive Entwicklung des Fetus von Bedeutung ist.

Der Beitrag berichtet von Untersuchungen an einem Inkubator und in einer Frühgeborenenstation. Die erworbenen Kenntnisse sind Ausgangspunkt für ein weitergehendes, gemeinsames Projekt mit der Universitätsklinik in Heidelberg.

Di. 14:00 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Gestaltungs- und Einsatzvarianten aktiver Resonatoren

P. Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Die Hinzunahme der Kategorie "aktiv" bedeutet für akustische Resonatoren an sich keine neu hinzukommenden akustischen Elemente oder Komponenten. Ihre Wirksamkeit wird jedoch durch die Integration elektromechanischer oder elektroakustischer Wandler verändert und gesteigert. Dazu ist eine meist geringe Hilfsenergie erforderlich, die in ganz unterschiedlicher Weise benutzt bzw. verbraucht wird. Weiterhin sind zur Beschreibung der aktiven Resonatoren akustische mit regelungstechnischen Begriffen und Methoden zu verknüpfen, da die Wechselwirkung der Resonatorelemente mit den jeweils anregenden akustischen Größen (Schalldruck etc.) erfasst und gleichzeitig beeinflusst werden.

Die Gestaltungsmöglichkeiten mit diesem Aktivierungsansatz sind sehr vielseitig und betreffen nahezu alle Resonanzprinzipien. Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiet führen demzufolge auch immer wieder zu neuen Spielarten und Kombinationen. Einige Entwicklungen, die meist auf preiswerte elektroakustische Standardbauteile zugeschnitten sind, erlangen bereits praktische Bedeutung als Kanalschalldämpfer im technischen Schallschutz. Auf Grund ihrer kleinen Baugröße und zugleich hohen Wirksamkeit hauptsächlich bei tiefen Frequenzen stellen sie eine willkommene Ergänzung der passiven und reaktiven Schallabsorber dar. Die Tendenz, mit immer weniger Platz immer mehr tieffrequent dominierte technische Lärmquellen zu beruhigen, begründet die steigende Nachfrage nach praktisch einsetzbaren aktiven Resonatoren, von denen im Beitrag einige Varianten vorgestellt werden.

Di. 14:25 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Messtechnische Untersuchungen an einem 2D-ANC-System im Echtzeitbetrieb

A. Niepenberg und D. Krahé

Bergische Universität Wuppertal

Das Active Noise Control (ANC) - System zur aktiven Lärmkontrolle innerhalb eines kreisförmigen Bereiches, der von 12 Lautsprechern und 12 Doppelmikrofonen umrandet ist, wurde bereits in früheren DAGA-Beiträgen vorgestellt. Im Beitrag zur DAGA'05 wurde gezeigt, dass die früher durch Simulationen ermittelten Dämpfungswerte des Schalldrucks im Kreisinnern durch Messungen bestätigt werden können. Um die benötigten Lautsprecher-signale aus den einzelnen Mikrofonsignalen generieren zu können, sind 288 Übertragungsfunktionen zu realisieren. Das führt bei einer mittleren Filterordnung von 76 zu einer geforderten Gesamtverarbeitungskapazität von 1600 Mega-Instruktionen pro Sekunde (MIPS). Zudem darf im Echtzeitbetrieb die Latenz des gesamten Systems nicht größer sein als die Laufzeit des Schalls zwischen den Mikrofonen und den Lautsprechern, die ungefähr 1,2 ms beträgt. Da bisher die benötigte Rechenleistung noch nicht zur Verfügung stand, bezogen sich Messungen immer auf einen Offline-Betrieb des Systems, in dem die Mikrofon-signale aufgenommen und die Lautsprecher-signale nach der Berechnung wiedergegeben wurden. Mit vier vernetzten DSP-Boards wurde jetzt eine Hardware-Plattform geschaffen und in Betrieb genommen, die den Echtzeitbetrieb des ANC-Systems erlaubt. Über Untersuchungen an und mit diesem Echtzeit-System soll berichtet werden. Dazu gehört ein Vergleich mit den früheren Messergebnissen, die auf Basis von Simulationen oder im Offline-Betrieb gewonnen wurden.

Di. 14:50 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Positionsoptimierung für ANR - Systeme

S. Böhme^a, D. Sachau^a und H. Breitbach^b

^a*Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg*; ^b*Airbus Deutschland, Abteilung für Akustik*

In propellergetriebenen Militärflugzeugen kann der Lärmpegel in der Luftfahrzeugzelle bis zu 110 dBA erreichen. Verursacht wird der tonale Lärm durch Schwingungen, deren Frequenzen Vielfache der Propeller-Blattfolgefrequenzen bis zu 500Hz sind. Für den Aufenthalt von Personen in einer solchen Umgebung müssen nach gesetzlichen Bestimmungen Lärmschutzmaßnahmen

vorgesehen werden. Da die Reduzierung des Gesamtgewichtes ein Kernproblem bei der Konstruktion von Luftfahrzeugen darstellt, rücken aktive Maßnahmen zur Reduzierung der Lärmpegel in den Focus der Flugzeugindustrie. Die Qualität solcher ANR (engl.: active noise reduction) - Systeme wird entscheidend durch die Positionierung der Aktuatoren und Sensoren bestimmt. Vorgestellt wird ein hybrider evolutionärer Algorithmus zur Lösung dieses diskreten kombinatorischen Optimierungsproblems. Dieses Verfahren verknüpft zwei Ansätze der naturanalogen Optimierungsstrategien das Simulated Annealing (SA) und den Genetischen Algorithmus (GA). Für die Anwendung eines solchen Algorithmus werden die möglichen Anordnungen des Systems in binäre Ketten kodiert. Verschiedene Konfigurationen werden zu einer Population zusammengefasst und bestimmten evolutionären Prozessen unterworfen. Die Gestaltung dieser Phasen sowie die Formulierung der zu minimierenden Zielfunktion sind ausschlaggebend für den Erfolg der Optimierung. Der Algorithmus wird angewendet für ein ANR - System im Militärtransporter A400M der Firma Airbus, um den Lärmpegel in einem halbgeschlossenen Volumen auf 86 dBA zu senken und damit bestehende Arbeitsschutzbestimmungen einzuhalten. Ausgewählte Ergebnisse und der grundlegende Ablauf der Positionsoptimierung werden präsentiert.

Di. 15:15 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Aktive und passive Schallreduktion mit elektrostatischen Flachlautsprechern

T. Kletschkowski, D. Sachau und J. Kirn

Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg

Um den Schalldruckpegel eines störenden Lärmfeldes zu reduzieren, stehen sowohl passive als auch aktive Maßnahmen zur Verfügung. Passive Maßnahmen basieren auf der Dissipation der eintreffenden Schallenergie und werden erfolgreich zur Reduzierung hochfrequenten Lärms eingesetzt. Im Gegensatz hierzu bieten aktive Maßnahmen, bei denen der störende Lärm durch Gegenschall ausgelöscht wird, die Möglichkeit, den Schallpegel auch im niederfrequenten Bereich deutlich zu reduzieren.

Gegenwärtig basieren aktive Schalldruckreduktionssysteme überwiegend auf konventionellen Tauchspulenlautsprechern. Problematisch sind jedoch das hohe Eigengewicht und das für diese Sekundärquellen benötigte Einbauvolumen.

Eine Alternative stellen gewichtssparende Flachlautsprecher dar. In der neuen Literatur werden insbesondere die physikalischen Grundlagen sowie spezielle Anwendungen von Flachlautsprechern zur rein aktiven Kontrolle störender Schallfelder diskutiert. Ihr Einsatz bietet jedoch insbesondere die bisher nicht diskutierte Möglichkeit, aktive und passive Schallreduktionsmaßnahmen in einem Element zusammenzufassen.

In der vorliegenden Arbeit werden daher die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen zur Kombination aktiver und passiver Maßnahmen in einem Element diskutiert. Hierfür wird ein Prüfstandsaufbau zur Untersuchung des Übertragungs- und Transmissionsverhaltens von elektrostatischen Folienlautsprechern vorgestellt, das im Experiment beobachtete akustische Verhalten eines speziellen Folienlautsprechers bei tonaler und breitbandiger Erregung analysiert sowie der mit dieser Gegen-schallquelle lokal erreichbare Reduktionsgrad bei tonaler Anregung diskutiert.

Di. 15:40 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Simulatorischer Vergleich von FIR-Filtern und neuronalen Netzwerken zum Einsatz als Feedforward-Controller in ANC-Anwendungen mit nichtlinearer Sekundärstrecke bei harmonischen Signalen

A. Jakob und M. Möser

TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Manche Sekundärquellen, die in der aktiven Lärm- und Schwingungsminderung eingesetzt werden bzw. eingesetzt werden könnten, weisen nichtlineares Verhalten auf. Aus der Literatur sind Algorithmen für adaptive Controller bekannt, die z.B. mit einem in Form eines neuronalen Netzes vorliegenden Sekundärstreckenmodell umgehen können. Dabei wird der Controller auch in Form eines neuronalen Netzes angesetzt, also ebenfalls als nichtlineares Filter. In dieser Arbeit wird der grundsätzlichen Fragestellung nachgegangen, ob für Anwendungen mit harmonischen Signalen, die aus einer Grundfrequenz und einer Reihe von Obertönen bestehen, auch lineare (FIR)-Filter als Controller eingesetzt werden können. Hier liegt die einfache Vorstellung zugrunde, dass - bei entsprechender Berücksichtigung der nichtlinearen Charakteristik der Sekundärstrecke - alle Frequenzanteile des Fehlersignals im Referenzsignal enthalten sind bzw. leicht erzeugt werden können und jede Frequenz für sich geeignet in Betrag und Phase eingestellt werden kann. Der Vorteil des FIR-Filters wäre natürlich ein deutlich reduzierter Rechenaufwand für

die Ausführung und Adaption des Controllers. Im Vortrag wird dieser Frage nachgegangen und anhand von Simulationsergebnissen diskutiert, worauf es bei der Verwendung des FIR-Filter-Controllers in einem solchen Fall ankommt.

Di. 16:30 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Aktive Minderung höherer Harmonischer des Drehklangs axialer Turbomaschinen durch Strömungsbeeinflussung

O. Lemke^a, W. Neise^b und M. Möser^c

^aTU-Berlin, SFB 557, Hermann-Föttinger-Institut; ^bDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR); ^cTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Im Rahmen eines DFG geförderten Forschungsvorhabens werden Möglichkeiten zur aktiven Minderung des Drehklangs eines Axialventilators untersucht. Abweichend von konventionellen Verfahren wird auf den Einsatz von Lautsprechern zur Erzeugung des gegenphasigen Schallfeldes verzichtet. Stattdessen werden Strömungs- erregte Gegenschallquellen verwendet, die aus einer Beeinflussung der Strömung im Blattspitzenbereich des Rotors resultieren. Hierbei wird die Kenntnis über den Entstehungsmechanismus der tonalen Geräuschanteile in axialen Turbomaschinen ausgenutzt. Diese haben ihre Ursache in periodischen Kräften, welche aus der Rotor-Stator-Interaktion entstehen. In Analogie dazu wird durch gezielte Strömungsbeeinflussung eine zusätz- liche Wechselwirkung, die Rotor-Störung-Interaktion, erzeugt. Bei geeigneter Wahl der Parameter der Beeinflussung kann das auf aeroakustischem Weg erzeugte sekundäre Schallfeld in seiner Amplitude und Phasenlage derart eingestellt werden, dass es zu einer destruktiven Überlagerung mit dem primären Schallfeld kommt.

Die vorangegangenen Untersuchungen in diesem Forschungsvorhaben zeigten, dass das Einblasen von Druckluft durch wandbündig am Umfang verteilte zylindrische Düsen die effektivste Beeinflussungsmethode mit dem größten Geräuschminderungspotential darstellt. Es konnten Pegelminderungen bis zu 20dB in der Blattfolgefrequenz bei gleichzeitiger Minderung der dominanten azimuthalen Mode um bis zu 30dB nachgewiesen werden.

Das Verfahren ist auch für die Beeinflussung höherer harmonischer der Blattfolgefrequenz einsetzbar. Dabei kann die gleiche Anzahl von Aktuatoren benutzt werden, da in Analogie zum Entstehungsmechanismus des primären Schallfelds auch durch die Rotor-Störung-Interaktion Sekundärschallfelder bei höheren

harmonischen Frequenzen entstehen. Diese Sekundärschallfelder können durch geeignete Wahl der Beeinflussungsparameter in ihrer Amplitude und Phasenlage ebenfalls für eine destruktive Überlagerung mit dem Primärschallfeld angepasst werden.

Di. 16:55 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Aktive Beeinflussung des Drehklanges von Axialventilatoren mittels störkörperinduzierten Sekundärschallquellen

M. Steger^a, G. Ashcroft^b, D. Nürnberger^b und F. Thiele^a

^aTechnische Universität Berlin; ^bDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.

Das Gebläsegeräusch wird durch verschiedene strömungsakustische Mechanismen erzeugt und besteht im Klangbild sowohl aus tonalen als auch aus breitbandigen Komponenten. Befindet sich die Blattspitzengeschwindigkeit des Gebläsefans im Unterschallbereich, wird das abgestrahlte Schallfeld von diskreten Tönen bei der Blattfolgefrequenz (BPF) und ihren höheren Harmonischen dominiert. In diesen Fällen sind die entscheidenden Geräuscentstehungsmechanismen die Interaktion der Rotornachläufe mit den stromab befindlichen Statorschaufeln und die Wechselwirkung der Rotorschaufeln mit einer gestörten Zuströmung.

Im Rahmen der von der DFG an der Technischen Universität Berlin geförderten Forschungsvorhaben, werden Möglichkeiten zur aktiven Minderung des Drehklanges eines Axialventilators untersucht. Ziel des Projektes ist die aktive Beeinflussung der tonalen Geräuscentwicklung hervorgerufen durch Rotor/Stator-Wechselwirkungen. Hierbei wird die gezielte Überlagerung des Primärschallfeldes der Gebläsestufe mit einem durch strömungsinduzierte sekundäre Schallquellen erzeugtem Gegenschallfeld betrachtet. Im Gegensatz zu konventionellen Techniken, in denen Lautsprecher für die Generierung des Gegenschallfeldes zur Anwendung kommen, erfolgt hier die Erzeugung des Gegenschallfeldes durch Störungen der Blattspitzenströmung mittels Störzylinder.

Numerische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Entstehung des sekundären Schallfeldes eng mit den durch die Störzylinder hervorgerufenen Strömungsinhomogenitäten im Blattspitzenbereich verbunden ist. Bei ausreichend großem Axialabstand zwischen Rotor und Störkörper können Potentialfeldwechselwirkungen vernachlässigt werden. In dieser Konfiguration ist

das sekundäre Schallfeld im Wesentlichen durch die periodischen Wechselwirkungen der Rotornachläufe mit den Störkörpern verbunden. Darauf aufbauend wird ein zweidimensionales analytisches Modell zur Beschreibung der optimalen Zylinderposition für die gezielte Beeinflussung der sich stromauf/stromab ausbreitenden akustischen Moden mit bestimmter azimuthaler Modenordnung erarbeitet.

Di. 17:20 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Schiffbauliche Anwendungen einer aktiven Lagerung

R. Schirmacher

Müller-BBM GmbH

Schiffe stellen große, schwach bedämpfte Strukturen mit einer Vielzahl verschiedenster Schallquellen auf engstem Raum dar. Gleichzeitig sind sie Arbeits- und Lebensraum von Menschen und sollen in ihre Umgebung möglichst geringe Schallemissionen aufweisen.

In diesem Zusammenhang besitzen elastische Lagerungen zur Reduzierung des Körperschalleintrags von Geräuscherzeugern in eine Schiffsstruktur eine besondere Bedeutung bei der Geräuschminderung, da ihre Aufstellung auf Fundamenten hoher Impedanz - wie im Bauwesen an Land üblich - nicht möglich ist. Verbesserungen durch aktive Konzepte zur Lagerung kritischer Aggregate sind daher für schiffbauliche Anwendungen sehr attraktiv.

Der Vortrag stellt Konzepte zur aktiven Lagerung vor und diskutiert ihren Einsatz für schiffbauliche Anwendungen. Der besondere Reiz beim Einsatz aktiver Lagerungen liegt dabei auch darin, dass Sie sich für typische, durch Drehfrequenzharmonische von Aggregaten geprägte Geräuschspektren einfach und robust realisieren lassen und damit passive Lagerungen ergänzen.

Anhand von konkreten Anwendungsbeispielen wird das Potenzial aktiver Lagerungen im Schiffbau aufgezeigt.

Di. 17:45 PK 4.1 Aktive Schwing.- und Lärmbekämpfung

Aktive Lagerung eines Schiff-Dieselmotors

A. Hopt und J. Salm

MTU Friedrichshafen GmbH

Um den steigenden Kundenanforderungen an Komfort und zur Erfüllung akustischer Grenzkurven für exclusive Yacht- und Marineanwendungen gerecht zu werden, sind bei der Entwicklung von Motor- und Antriebssystemen intensive Untersuchungen zur Reduktion der Luft- und Körperschallemissionen notwendig. Bei den Anforderungen an Körperschalleinleitung von Antriebsanlagen treten die heute üblichen passiven Systeme - unter Berücksichtigung der Aspekte Bauraum, Fundamentimpedanz, Gewicht - an die Grenze des Erreichbaren. Deshalb wurden neue hybride aktive Lagerelemente - bestehend aus einer passiven Elastomer- und einer leistungsfähigen aktiven Komponente - gemeinsam mit unserem Partner StopChoc für einen Dieselmotor entwickelt und im Versuch bei MTU verifiziert. In diesem Beitrag sollen die Erprobungsergebnisse in der Anwendung der aktiven elastischen Motorlagerung eines Hochleistungsdiesel-Schiffmotors vorgestellt und die Leistungsfähigkeit demonstriert werden. Das Körperschallspektrum eines Verbrennungsmotors wird im wesentlichen durch die Pegelspitzen der Motorordnungen geprägt. Zur Reduktion dieser Körperschallanteile wird die neu entwickelte aktive Lagerungseinheit vorgestellt, die es erlaubt, verbleibende dominante einzelne Pegelspitzen um mehr als 30 dB zu reduzieren. Das aktive Lagerungssystem wurde auf einem MTU-Prüfstand unter realen Bedingungen untersucht und erprobt. Die Dämmung sehr guter konventioneller Gummielemente wurde dabei übertroffen. Die entwickelte Regelung ermöglicht die gezielte Abstimmung des Lagerungssystems auf die dominierenden Motorordnungen auch vor Ort und die individuelle Anpassung an die vorhandene Einbausituation.

Di. 14:00 PK 4.3 Außengeräusch Straßenverkehr

Quellenhöhe, Stärke und Richtcharakteristik vorbeifahrender Autos

A. Nordborg

Sound View Instruments

Die Schallausbreitung von Strassen beruht unter anderem auf der Quellenhöhe, der Stärke und der Richtcharakteristik der betreffenden Schallquellen. Es gibt ein Bedarf auf guter Daten dieser wichtigen Parameter. In diesem Beitrag wird Ergebnisse von

Mikrofonarraymessungen auf vorbeifahrender Autos dargestellt. Eine erhebliche Schwierigkeit ist die Korrektur, die die Schallbilder durchgehen müssen, wegen variierendes Abstandes und Winkels, zwischen dem Auto und dem Mikrofonarray während des Vorbeifahrts. Die Ergebnisse werden als Schallbilder, Höhenprofilkurven und Diagramme der Richtcharakteristik der Schallquellen dargestellt. Ausserdem werden einige erzeugte Filmsequenzen der Schallabstrahlung vorbeifahrender Autos dargestellt.

Di. 14:25 PK 4.3

Außengeräusch Straßenverkehr

Automatische Klassifizierung der Motorisierung von vorbeifahrenden Kraftfahrzeugen

H. Rainer^a, F. Graf^a, D. Ludwig^a, P. Ummenhofer^b und J. Köstner^b

^a*Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH;* ^b*Kapsch TrafficCom AG*

Im vorliegenden Projekt wurden die Grundlagen für ein System zur automatischen Klassifikation der Motorisierung von vorbeifahrenden Kraftfahrzeugen erarbeitet. Durch die Kenntnis der Motorisierung kann in Verbindung mit einer entsprechenden Datenbank auf die vom Kraftfahrzeug emittierten Schadstoffe geschlossen werden. Die Klassifikation erfolgt dabei über die Auswertung des Vorbeifahrtsgeräusches, das neben Strömungs- und Reifenabrollgeräuschen sehr stark vom Motorgeräusch dominiert wird. Das abgestrahlte Motorgeräusch kann als Informationsquelle angesehen werden, dessen Charakteristik einerseits vom verwendeten Kraftstoff und andererseits von der Anzahl der Zylinder und weiteren motorspezifischen Parametern geprägt wird. Dadurch erhält man für jeden Motor-Typ einen so genannten "Fingerprint", der in Folge mit Hilfe einer Datenbank ausgewertet werden kann. Der von den Kraftfahrzeugen abgestrahlte Schall wird dabei mit speziellen Messmikrofonen detektiert, die auf bereits bestehenden Überkopfbrücken montiert werden können. Die so erfassten Schallsignale werden einer weiterführenden Analyse unterzogen, um in einem hierarchisch aufgebauten Klassifikationssystem den genauen Motortyp zu identifizieren.

Di. 14:50 PK 4.3

Außengeräusch Straßenverkehr

FahrzeugaußengeräuschsimulationN. Alt, K. Wolff, G. Eisele und F. Pichot*FEV Motorentechnik GmbH*

Derzeit ist der Außengeräuschpegel der beschleunigten Vorbeifahrt der einzige gesetzliche Grenzwert für die Fahrzeugakustik. Im Rahmen einer weiteren Geräuschemissionsreduzierung ist eine Verschärfung der Grenzwerte und/oder der Prozedur zu erwarten.

Die Simulation des Vorbeifahrtgeräusches kann die Entwicklungsaktivitäten der Automobilhersteller auf diesem Gebiet unterstützen. Sie basiert auf der Messung der einzelnen Teilschallquellen und der entsprechenden Luftschalltransferfunktionen. Wichtige Teilschallquellen sind z.B. Motor, Ansaugmündung, Abgasmündung und Reifen. Die Transferfunktionen sind von der Position des Fahrzeuges abhängig und werden reziprok gemessen. In der Simulation werden die einzelnen Anregungen synchronisiert und mit den Transferfunktionen gefiltert. Dadurch wird das Gesamtgeräusch auf die einzelnen Geräuschpfade zurückgeführt und die einzelnen Geräuschpfade können bezüglich Anregung, Übertragungsverhalten und Frequenzgehalt analysiert werden.

Dies ermöglicht eine Konzentration der Entwicklungsarbeiten auf die dominanten Beiträge und die Schwachstellen des Fahrzeugs und Motors.

Di. 15:15 PK 4.3

Außengeräusch Straßenverkehr

Psychometrische Beurteilung tieffrequenter Anteile von Kfz-GeräuschenR. Bisping*SASS acoustic research & design GmbH*

Im Rahmen des BMBF-Projekts "Leiser Verkehr" wird zur Validierung eines Katalogs von Verkehrsgeräuschen u.a. die Frage untersucht, welche Rolle tieffrequente Komponenten der Quelle für die Beurteilung der Geräuschqualität spielen. Im Mittelpunkt der Fragestellung stehen Schallanteile, die bei Kfz-Vorbeifahrten primär über den Auspuff bzw. die Karosserie abgestrahlt werden. Mit Hilfe einer Kombination von Methoden der adaptiven Signaltrennung, parametergesteuerten Filterung und spektralen Subtraktion kann eine Isolierung dieser Komponenten durchgeführt werden. Ausgehend von Messungen experimenteller Kfz-Vorbeifahrten wurden Geräuschanteile, die vom Auspuff- bzw.

von der Karosserie abgestrahlt werden, voneinander getrennt, wobei für beide Komponenten gleichermaßen eine zusätzliche Reduktion des Rollgeräuschanteils durchgeführt wurde. Die isolierten Anteile wurden anschließend im Labor von einer Probandenstichprobe mehrdimensional hinsichtlich ihrer Geräuschqualität beurteilt. Im Vortrag werden die verwendeten Methoden und erzielten Resultate vorgestellt und an Hand von Geräuschbeispielen veranschaulicht.

Di. 15:40 PK 4.3

Außengeräusch Straßenverkehr

Wahl repräsentativer Messpunkte für statistische Vorbeifahrtpegelmessungen des Straßenverkehrs

M. Kalivoda und S. Kröpfl

psiA-Consult GmbH

Die ISO 11819-1 enthält Vorschriften für die Messkonfiguration und Durchführung von statistische Vorbeifahrtpegelmessungen. Wesentlich ist dabei, dass das Mikrofon in 7,5 m Entfernung von der (betrachteten) Fahrstreifenmitte aufgestellt werden muss. Bei mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen hat das zur Konsequenz, dass immer nur die Kfz auf einem Fahrstreifen gemessen werden dürfen, was einen zusätzlichen Messaufwand zur Folge hat. Des weiteren wird man in den meisten Fällen die Mikrofone für die Messung des äußersten Fahrstreifens auf dem Bankett aufstellen müssen, das im allgemeinen andere Absorptionseigenschaften besitzt als der betrachtete Fahrbahnbelag.

In der hier vorgestellten Untersuchung wurde überprüft, inwieweit die Ergebnisse eines bestimmten Fahrzeugkollektivs auf einer bestimmten Fahrbahn für verschiedene Messabstände abweichen. Das geschah durch statistische Vorbeifahrtpegelmessungen mit Mikrofonen in unterschiedlicher Entfernung von der Fahrstreifenachse. Neben der Frage des Messabstandes wurde auch der Einfluss eines unbefestigten Banketts auf das Messergebnis untersucht.

Di. 16:05 PK 4.3

Außengeräusch Straßenverkehr

Statistische Betrachtung von Straßenverkehrserschütterungen

E. Peters

Landesumweltamt Brandenburg

Erschütterungsimmissionen werden nach DIN 4150-2 gemessen und beurteilt, auch Erschütterungen, die durch den Straßenverkehr verursacht werden. Straßenverkehrserschütterungen sind stochastisch verteilt und entziehen sich somit einer exakten

deterministischen Beschreibung. In der Regel unterschreitet die Messzeit den Beurteilungszeitraum (z. B. tags von 16 h) deutlich. Es wird gezeigt, dass mit Hilfe von Methoden der Extremwertstatistik eine Abschätzung der für eine Beurteilung erforderlichen maximalen bewerteten Schwingstärke möglich ist.

Di. 16:30 PK 4.3

Außengeräusch Straßenverkehr

Zur Vorhersage der akustischen Eigenschaften offenerporiger Asphalte

E. Sarradj^a und J. Hübelt^b

^a*Brandenburgische Technische Universität Cottbus;* ^b*Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH*

Im Vorfeld des Einsatzes offenerporiger Asphalte als lärmmindernde Straßenoberflächen ist die Vorhersage der akustischen Eigenschaften solcher Asphalte erforderlich. Anhand der Parameter Porosität, Strömungswiderstand und Tortuosität lässt sich offenerporiger Asphalt als poröses Material (poröser akustischer Absorber) charakterisieren.

Der Beitrag geht darauf ein, wie diese Parameter aus den technologischen Parametern bei der Herstellung des Asphalts (Korngrößenverteilung, Kornform sowie weitere Mischguteigenschaften) vorhergesagt werden können. Auf der Grundlage einer systematischen Untersuchung von mehr als 200 Asphaltproben wurden Modelle entwickelt, die eine Vorhersage der für akustischen Eigenschaften relevanten Parameter aus der Mischgutzusammensetzung ermöglichen.

Di. 16:55 PK 4.3

ASAM ODS

ASAM ODS NVH, standardisierte Vielfalt

B. Virnich, J. Hobelsberger und S. Wartini

Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH

Der ASAM e.V. ist ein Verein zur Förderung der internationalen Standardisierung von Automatisierungs- und Meßsystemen. Sein Ziel ist:

- Modularisierung von Systemen
- Definition herstellerunabhängiger Schnittstellen
- Schaffung von Rahmenbedingungen für den Einsatz der Standardschnittstellen in möglichst vielen Branchen und Ländern
- Internationale Verbreitung der Standards

Für den Fachausschuss Fahrzeugakustik ist der ASAM ODS Standard interessant. ODS bedeutet Open Data Service. Seit dem 30.12.2003 ist das NVH Application Modell festgelegt. Ziel

ist es, beschreibende Daten und Ergebnisse einer Messung unabhängig vom eingesetzten Mess-System auch abteilungsübergreifend zu nutzen. Der Beitrag beschreibt das NVH Application Modell.

Di. 17:20 PK 4.3

ASAM ODS

Das ASAM/ODS Transport Format, auch kurz 'ATF', als firmenübergreifendes Datenformat

B. Virnich, J. Hobelsberger und S. Wartini

Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH

Mess- und Beschreibungsdaten können in das 'ASAM/ODS Transport Format' (ATF) exportiert werden, um sie zum Beispiel mit einem ASAM-konformen Daten-Browser einzulesen. Von einigen Herstellern wird die in ASAM/ODS 5.0 definierte XML-Variante unterstützt. Voraussetzung ist ein ASAM/ODS-konformes Datenmodell. Sollen Beschreibungsdaten mitexportiert werden, muss auch das jeweilige Beschreibungsmodell vorhanden sein. Der Beitrag beschreibt das ATF Format

Di. 17:45 PK 4.3

ASAM ODS

ASAM-ODS: Praxisgerechte Implementierung bei GM

R. Belis

LMS International

Die Kundenanforderungen und deren Erwartungen an heutige Produkte zwingen die Unternehmen die Entwicklungszyklen auf die sich schnell verändernde Marktsituation anzupassen. Um dem gerecht zu werden, ist es unerlässlich sich bei der Auswahl der geeigneten Werkzeuge einen maximalen Freiraum zu bewahren. Allerdings verhindern die verschiedenen Datenformate dieser Werkzeuge den einfachen Umstieg von einem Zulieferer auf einen anderen oder führen dazu, dass die Informationen über Schnittstellen weitergegeben werden müssen um dann von den unterschiedlichen Applikationen während des Entwicklungsprozesses verarbeitet zu werden. GM hat sowohl für die Daten, als auch für deren Dokumentation (z.B. welche Fahrzeugkonfiguration wurde beim Erstellen welcher Daten verwendet) den ASAM-ODS Standart eingeführt. Diese Gesamtlösung, basierend auf der LMS Tec.Manager Software, ermöglicht es, die Daten im Ursprungsformat beizubehalten, solange sich die Daten im aktiven Entwicklungsprozess befinden. Erst wenn die Daten einem größeren Publikum zur Verfügung gestellt werden soll, werden sie in das ASAM-ODS Format konvertiert. Dieser Vortrag erläutert das Konzept von ASAM-ODS und erklärt, warum und in welcher Form

sich GM für die Implementierung der ASAM Lösung entschieden hat.

Di. 18:10 PK 4.3

ASAM ODS

ASAM-ODS GM Prozess zur Definition des Datenmodells

B. Lange

Adam Opel GmbH

Schon seit langem ist bei Opel die Bedeutung einer strukturierten Datenhaltung bekannt, was nicht nur das eigentliche Ablegen und Finden der Informationen beinhaltet, sondern auch die damit verbundene Dokumentation (z.B. die Fahrzeugkonfiguration und die entsprechenden Testbedingungen). Diese Lösung basierte und war zugeschnitten auf LMS Cada-X Daten. Der neue ASAM-ODS Standart stellte nun genügend Potential dar um den nächsten Schritt in Richtung Datenmanagement zu gehen. Neben den eigentlichen Dateninhalten musste ein Modell definiert werden wie überhaupt Daten beschrieben werden. Dieses Datenmodell, anfangs allein für Opel definiert, wurde sehr schnell um die Bedürfnisse von Saab erweitert und hat sich heute als weltweiter GM Standart etabliert. Für eine weltweit agierende Organisation einen Standart zu definieren ist eine große Herausforderung. Zum einen müssen verschiedene Produktbezeichnungen, verschiedene Sprachen und Arbeitsweisen in Betracht gezogen werden, zum anderen darf das Datenmodell nicht zu komplex und damit unübersichtlich werden. Dieser Vortrag erläutert die einzelnen Schritte und wichtigen Punkte beim Definieren eines ASAM-ODS Datenmodells und geht auf den Nutzen für Automobilhersteller ein sich diesem Standart firmenübergreifend anzuschließen.

Di. 14:00 PK 4.4

Schallemission

Ein Beitrag zur Bestimmung der zur Einhaltung bestimmten Messunsicherheiten erforderlichen Anzahl von Messpunkten bei der Bestimmung der Schalleistung nach einem Hüllflächenverfahren

G. Hübner und D. Kandelaki

ITSM, Universität Stuttgart

ISO 3744/45/46 und auch ISO 9614 geben Beziehungen für die Bestimmung der Messpunktzahl N als Funktion von der auf der Messfläche angetroffenen Schallfeldungleichförmigkeit K und einer vorgegebenen oberen Messunsicherheitsgrenze DL der zu messenden Schalleistungen an. Diese Beziehungen, wie auch die Definition der zugehörigen Ungleichförmigkeits-Indikatoren

K sind in den vorgenannten beiden Normenpakete grundlegend verschieden, was aber nicht dem Messgrößenunterschied: Schalldruckquadrat/Schallintensität In zugeordnet werden kann. Beiden N-Beziehungen ist allerdings gemeinsam, dass nichtkorrelierte Messdaten vorausgesetzt sind und dass diese Beziehungen als nicht überprüft betrachtet werden müssen. Die Korrelationsfrage wurde bereits anhand einige Schallfelder untersucht und anlässlich von DAGA 04, Strassburg, dazu berichtet, dass Zweifel an der Annahme nichtkorrelierten Messdaten anzumelden sind. Die vorliegende Arbeit befasst sich nur mit der direkten Überprüfung des (DL, K, N)- Zusammenhanges für die Luftschallfelder einer ebenen eingebettet harmonisch schwingenden Platte in einem weiten Bereich relevanter Parameter. Dabei zeigt sich, dass zumindest für diese Schallfelder die ISO Anforderungen an die Messpunktzahl deutlich zu hoch gestellt sind. Erste entsprechende experimentelle Untersuchungen an praxisnahen Schallquellen, die Gegenstand weiterer Untersuchungen sind, tendieren in die gleiche Richtung.

Di. 14:25 PK 4.4

Schallemission

Messung des Emissions-Schalldruckpegels von Maschinen nach den überarbeiteten Normen der Reihe ISO 11200

W. Probst

ACCON GmbH, Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik

Im Zuge einer "short term revision" der Internationale Rahmennormen ISO 11201, 11202 und 11204 sind vom Autor wesentliche Änderungen des Messverfahrens vorgeschlagen worden. Es wird über Untersuchungen berichtet, mit denen diese Verfahren angewendet und die damit verbundenen Unsicherheiten ermittelt worden sind. Dies bezieht sich auf Messungen aller 3 Genauigkeitsklassen. Es werden praktische Hinweise gegeben, in welcher Reihenfolge sinnvoll vorzugehen ist, wenn der für eine Maschine angegebene Emissions-Schalldruckpegel bei Betrieb in Situ nachgeprüft werden soll.

Di. 14:50 PK 4.4

Schallemission

Ein Beitrag zur Bestimmung der Luftschalleistung schwingender Maschinenoberflächen basierend auf dem DFEM-Algorithmus - ein Rechen- und MessverfahrenG. Hübner und M. Kraus*ITSM, Universität Stuttgart*

Wie am Beispiel der Luftschalleistung einer eingebettet schwingenden ebenen Platte gezeigt werden kann, führt das bekannte Messverfahren DIN 45635, Teil 8 bzw. ISO/TR 7849 im praktisch interessierenden Frequenzbereich zu Abweichungen vom wahren Wert von bis zu 15 dB. Diesen Verfahren liegen alleinige Messungen der Amplituden der flächennormalen Schnelle nicht aber deren Phasenverteilung zugrunde. Das Plattenproblem lässt sich dagegen mit Hilfe der DFEM (Direkte Finite Elemente Methode) durch die Einbeziehung der Phaseninformationen rechnerisch sehr praktikabel und exakt und damit als Messverfahren auch nur mit den üblichen Messunsicherheiten genau darstellen. In der vorgelegten Arbeit wird über die Weiterentwicklung der DFEM für dreidimensional gestaltete Schallquellen berichtet und am Beispiel von Kugelstrahlern beliebiger Schwingungsverteilungen eine "Treffsicherheit" der Rechnungen des DFEM-Algorithmus für den praktisch interessierenden Luftschallwellenlängen/Abmessungen-Bereich von weniger als 0.5 dB aufgezeigt. Die dabei insbesondere für Maschinen häufig erforderliche größere Zahl von Stützpunkten lässt eine Abtastung für eine Messung des Körperschallfeldes der Schallquellenoberfläche durch eine robotergesteuerte, berührungslose Lasermessung wünschenswert erscheinen, zu der zusammen mit den Abweichungen des DFEM-Algorithmus eine Messfehlerbetrachtung angeschlossen wird.

Di. 15:15 PK 4.4

Schallemission

Berücksichtigung der Messunsicherheit bei der Angabe des garantierten Schalleistungspegels nach Richtlinie 2000/14/EGD. Leuner*LGA QualiTest GmbH*

Die Richtlinie 2000/14/EG fordert für eine Vielzahl von Geräten die Angabe des garantierten Schalleistungspegels, der sowohl die Unsicherheit durch Produktionsschwankungen als auch die Unsicherheit des Messverfahrens beinhaltet. Die Richtlinie

selbst gibt keinerlei Hinweise, wie der garantierte Schalleistungspegel zu bestimmen und nachzuprüfen ist. In der Folge lässt die nicht einheitliche Anwendung der Richtlinie in den Mitgliedsstaaten Handelshemmnisse befürchten. Ein weiteres Problem stellt das Fehlen von Aussagen zur Messunsicherheit in den gerätespezifischen Typ C - Normen dar. Ausgehend von ISO 7574 wird ein pragmatischer Ansatz zur Lösung dieses Problems vorgestellt.

Di. 15:40 PK 4.4

Schallemission

Zur Unsicherheit von Terz-Schalldruckpegeln

C. Bethke und V. Wittstock

PTB Braunschweig

Die direkten Messgrößen für viele Messverfahren in der angewandten Akustik sind die Terz-Schalldruckpegel an einzelnen Punkten im Schallfeld. Unter Anwendung diverser Mittelungsprozeduren und Korrekturen werden aus diesen Messwerten z.B. Luftschall-Dämmungen, Schall-Leistungen, Norm-Trittschallpegel oder auch Emissions-Schalldruckpegel berechnet. Die Unsicherheit der Terz-Schalldruckpegel ist somit Bestandteil des Unsicherheitsbudgets für all diese Messgrößen. Trotz dieser zentralen Rolle der Terz-Schalldruckpegel gibt es bislang keine Abschätzung des zugehörigen Unsicherheitsbeitrags. Um diese Lücke zu füllen, wurde an der PTB ein Unsicherheitsbudget für den Terz-Schalldruckpegel aufgestellt. Den Ausgangspunkt hierfür bildet die IEC 1260, in der die Spezifikationen für Terz-Analysatoren festgelegt sind. Für zwei konkrete Messsituationen, eine Einzelpunktmessung im Freifeld und eine Einzelpunktmessung in einem Bauakustik-Prüfstand, wurden die Unsicherheitsbeiträge berechnet, und es ergab sich eine Unsicherheit von 0,4 dB im mittleren Frequenzbereich. Um das Ergebnis für das Freifeld experimentell zu überprüfen, wurden mit insgesamt 5 völlig verschiedenen Messketten an einer Reihe von Punkten Schalldruckmessungen durchgeführt. Die Abweichungen zwischen den mit verschiedenen Messketten erzielten Ergebnissen bestätigen die rechnerisch ermittelte Unsicherheit. Für eine Überprüfung der Diffusfeld-Unsicherheit wurden Ergebnisse der Bauakustik-Vergleichsmessungen herangezogen. Auch hier wird die rechnerisch ermittelte Unsicherheit durch die Experimente bestätigt.

Di. 16:30 PK 4.4

Schallemission

Vereinfachte Verfahren zur Schallleistungsbestimmung für die routinemäßige Überwachung von Anlagen - Kann eine höhere Wirtschaftlichkeit ohne zu hohen Qualitätsverlust erreicht werden?L. Schmidt und A. Fischer*Bayer Industry Services GmbH & Co. OHG*

Vielfach wird gefordert, die Schallimmission von Industrie- und Gewerbeanlagen in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Dies kann in der Regel nur durch Bestimmung der Schallleistung der relevanten Schallquellen und anschließende Ausbreitungsrechnung erfolgen. Neben Intensitätsmessungen nach DIN EN ISO 9614 beschreiben im Wesentlichen die Normen DIN EN ISO 3740 ff sowie die maschinenspezifischen Folgeteile der DIN 45635 Verfahren, die auf der Messung des Schalldruckpegels basieren. Alle genannten Verfahren sind mit erheblichem Aufwand verbunden. Neben dem Widerstand der Anlagenbetreiber, die entsprechenden Kosten zu tragen, muss man sich die Frage stellen, ob hier Aufwand und Nutzen in einem angemessenen Verhältnis stehen. Dieser Frage wird durch Vergleich der mit verschiedenen Verfahren bestimmten Schallleistungspegel nachgegangen.

Di. 16:55 PK 4.4

Schallemission

Bereitstellung und Nutzung von GeräuschemissionsdatenU. Trautmann*ABIT Ingenieure Dr. Trautmann GmbH*

Die EU-Richtlinie 2000/14/EU schreibt vor, dass die Hersteller von im Freien betriebenen Maschinen Geräuschemissionsdaten angeben müssen (Konformitätserklärung, Kennzeichnungspflicht). Die EU-Kommission soll diese Daten regelmäßig veröffentlichen (Artikel 16). Seit Inkrafttreten der Richtlinie wurden jedoch noch keine Daten veröffentlicht. In der vom Autor herausgegebenen Datenbank "GE-DAT 2005" werden Geräuschemissionsdaten von Baumaschinen bereitgestellt (LWA, LpA). Dabei werden sowohl die von den Herstellern garantierten Geräuschemissionswerte als auch im Einsatz gemessene Werte angegeben. Alle Baugeräte sind durch maschinenspezifische Kenngrößen beschrieben. Die für die Ermittlung der Daten herangezogenen Messnormen werden angegeben. Zum Vergleich der Schallleistungspegel können die Daten je Maschinengruppe grafisch dargestellt werden (ETS-Diagramm).

Die Daten geben dem Baugewerbe und der Baumaschinen-Industrie einen umfassenden Überblick zur Geräuschabstrahlung von Baumaschinen (z. Zt. ca. 1200 Maschinen erfasst). Die Daten können herangezogen werden zur Einhaltung gesetzlicher Vorschriften, zum Vergleich der Geräuschemission verschiedener Geräte einer Maschinengruppe, zur Bewertung von Maschinen, die einer Geräuschemissionsbegrenzung unterliegen und zur Ermittlung von Baustellengeräuschen in der Planungs- und Genehmigungsphase (Prognose).

Im Vortrag werden die Recherchemöglichkeiten für Geräuschemissionsdaten diskutiert und Angaben zur Genauigkeit der in die Datenbank aufgenommenen Geräuschemissionswerte gemacht. Es ist vorgesehen, die Datenbank auf alle Maschinengruppen gemäß EU-Richtlinie 2000/14/EU zu erweitern und die Daten weiterer Hersteller aufzunehmen.

Di. 17:20 PK 4.4

Schallemission

Geräuschemission von Tastaturen

I. Arendt und P. Kurtz

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Die zunehmende Technisierung der Arbeitswelt wird auch an der Ausstattung eines modernen Büroarbeitsplatzes deutlich. Die Folge davon ist, dass die im Büro durch hohe mentale Anforderungen gekennzeichnete Arbeit häufig durch Lärm von Büromaschinen und Kommunikationseinrichtungen gestört wird. So erzeugen Arbeitsplatzcomputer, Drucker, Scanner, Kopierer, Faxgerät und auch Kommunikationseinrichtungen Geräuschemissionen, die zu einer erheblichen Lärmbelastung am Arbeitsplatz beitragen. Eine effektive Lärminderung lässt sich nun insbesondere durch den Einkauf von im Vergleich leiseren Produkten erreichen. Als kennzeichnende Größe für die Geräuschemission von Büromaschinen gilt dabei der Schallleistungspegel, ermittelt nach ISO 7779 und angegeben entsprechend ISO 9296. Auf der Basis entsprechender Geräuschangaben lassen sich z.B. PCs von verschiedenen Anbietern vergleichen, um ein leises Produkt auszuwählen. Obwohl eine niedrige Geräuschemission bei PCs heute durchaus einen vermarktbareren Vorteil darstellt, wird hier von Seite der Kunden in erster Linie an die Geräuschemission des eigentlichen Rechners gedacht, d.h. Netzteil- und CPU- als auch Grafikkartenlüfter und Laufwerksgeräusche sind hier zu beachten. Was dabei leider vergessen wird, sind die Tastaturen. Diese sind zwar notwendiger Bestandteil eines Arbeitsplatzcomputers, werden von den Lieferanten

und Herstellern von PCs aber eher als Beipackartikel, der möglichst wenig kosten sollte, angesehen. Dies führt dazu, dass Tastaturgeräusche insbesondere in Großraumbüros häufig die Hauptgeräuschquelle darstellen. Um hier einen genaueren Überblick über den Schallleistungspegel von Tastaturen unter normaler Bedienung durch Schreibkräfte zu erhalten, wurden im akustischen Labor der BAuA Geräuschemissionsmessungen an einer größeren Anzahl von auf dem Markt angebotenen bzw. im Paket mit PCs ausgelieferten Tastaturen durchgeführt. Über die Ergebnisse soll berichtet werden.

Di. 17:45 PK 4.4

Schallemission

Automatisierte Generierung von schalltechnischen Emissionsmodellen von Maschinen

K. Goldemund

ACCON GmbH

Nach der Richtlinie 2000/14/EG sind für die zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräte und Maschinen die Geräuschemissionswerte zu ermitteln. Der Maschinenhersteller erlangt einen Wettbewerbsvorteil, wenn er darüber hinaus seinem Vertrieb bzw. seinen Kunden noch umfassendere Informationen zur Prognose der Geräuschemission zur Verfügung stellen kann. Dies betrifft z.B. das Frequenzspektrum und die Richtwirkung der Abstrahlung. Möglich ist dies durch die Entwicklung eines parametrisierten Computermodells, das auf Messungen einzelner Maschinentypen und definierter Parameterkombinationen beruht. Die Emissionskenndaten für alle nicht vermessenen Parameterwerte werden durch Interpolation und Regression ermittelt. An der Produktreihe eines Luftkühlers wird gezeigt, wie durch eine derartige "schalltechnische Variantenkonstruktion" ca. 3000 zur Immissionsprognose geeignete Emissionsmodelle dieses Produktes automatisch erzeugt und verwendet werden.

Di. 14:00 PK 4.7

Raumakustik: Beispiele

Zur Raumakustik und Beschallungstechnik der wiederaufgebauten Frauenkirche zu Dresden

T. Behrens

ADA Acoustic Design Ahnert

Im Rahmen des Wiederaufbaus der Frauenkirche zu Dresden wurden Untersuchungen zur Raumakustik angestellt und ein Beschallungskonzept erarbeitet. Der erreichte Zustand bzw. die Qualität wurde messtechnisch dokumentiert. Der Vortrag stellt die realisierte Beschallungsanlage mit planerisch simulierten und

den tatsächlich erreichten Qualitätsparametern vor und geht auf den raumakustischen Ist-Zustand ein.

Di. 14:25 PK 4.7

Raumakustik: Beispiele

Vom Klopffeist zu einer hervorragenden Akustik (1)- Die neue Tonhalle Düsseldorf: Kreatives Raumakustik-Design einer Konzertsaal-Totalsanierung

M. Vercammen und K.-H. Lorenz-Kierakiewicz

Peutz bv

Wegen einer Brandschutzsanierung wurde die Tonhalle Düsseldorf renoviert - eine ideale Gelegenheit, die lange bekannten Probleme der Akustik zu lösen. Das wichtigste Problem war der berüchtigte Klopffeist - ein starkes Echo, verursacht durch die Kuppelform des Saales. Gerade diese Form macht den Saalcharakter so außerordentlich anziehend. Die Frage war, wie das Echoproblem die Architektur respektierend zu lösen sei. Wir schlugen einen kreativen Ansatz vor, der auf die frühere Nutzung der Tonhalle als Planetarium zurückgreift: Die Lösungsidee bestand aus einer visuell geschlossenen, akustisch jedoch transparenten Innenkuppel, hinter der Schallumlenkkörper verhindern, dass der Schall sich wie in Brennpunkt eines Hohlspiegels im Parkett sammelt. So erreicht der Schall gleichmäßig im Raum verteilt das Publikum - das Echo wird vermindert und der Klang verbessert. Es wurden umfangreiche Untersuchungen an einem akustischen Maßstabsmodell durchgeführt, um die richtige Form der Umlenkkörper zu bestimmen (siehe auch Vortrag "Die akustische Quadratur des Kreises"). Verbesserungen der Akustik auf dem Podium wurden realisiert, und die erneuerte Bestuhlung akustisch optimiert, so dass sich gemeinsam mit der Volumenvergrößerung eine längere Nachhallzeit ergibt. Der akustische Entwurf wurde gemeinsam mit den Architekten von HPP und anderen beteiligten Fachplanern umgesetzt, wobei die ebenfalls erneuerten technischen Einrichtungen in eine sehr komplexe Geometrie integriert werden mussten. Das Ergebnis ist nicht eine architektonische Bereicherung und Erneuerung, sondern auch in akustischer Hinsicht besonders gut gelungen: Neben der Austreibung des Klopffestes gelang die Realisation einer merklichen Verbesserung der Akustik, durch die die Tonhalle Düsseldorf sich mit anderen Konzertsälen mit hervorragender Akustik messen kann.

Di. 14:50 PK 4.7

Raumakustik: Beispiele

Vom Klopffeist zu einer hervorragenden Akustik (2)- Die neue Tonhalle Düsseldorf: Die akustische Quadratur des KreisesK.-H. Lorenz-Kierakiewicz^a und M. Vercammen^b^a*Peutz GmbH*; ^b*Peutz bv*

Im Rahmen der Totalsanierung der Tonhalle Düsseldorf ergab sich eine ideale Gelegenheit, zu versuchen, die lange bekannten Probleme der Akustik des großen Saales zu lösen. Da es sich um einen Kuppelsaal handelt, war das wichtigste, wenngleich nicht einzige Problem der berüchtigte Klopffeist - ein starkes Kollektivecho von allen Teilen der beinahe Halbkugelförmigen Kuppel. Der kreative Ansatz zur Lösung des Echoproblems bestand aus einer visuell geschlossenen, akustisch jedoch transparenten Innenkuppel, hinter der Schallumlenkkörper angebracht sind, die brechen und verhindern sollen, dass der Schall wie in Brennpunkt eines Hohlspiegels im Parkett gesammelt wird, sondern oberhalb des Publikums ein 2-dimensionales Horizontalfeld bildet. Hierzu wurden umfangreiche Untersuchungen (insgesamt 182 Varianten von 3 Basisgeometrien!) an einem akustischen Maßstabsmodell der Tonhalle im Maßstab 1:12 durchgeführt, um die richtige - das Echo am stärksten vermindernde - Form der Umlenkkörper zu bestimmen. Hierbei mussten auch die vielen, ebenfalls erneuerten technischen Einrichtungen und Installation in eine sehr komplexe Geometrie integriert werden. Gleichzeitig war es notwendig, messtechnisch ein geeignetes visuell geschlossenes Wandmaterial für die Innenkuppel zu bestimmen, welches über eine ausreichende akustische Transparenz verfügt. Neben der Austreibung des Klopffeistes gelang so die Realisation einer merklichen Erhöhung der Nachhallzeit, Verbesserung der allgemeinen und der Podiums-Akustik im besonderen, was hier messtechnisch gezeigt werden soll.

Di. 15:15 PK 4.7

Raumakustik: Beispiele

Raumakustik der Zollinger Halle des Orgelzentrums Valley - Messung und Berechnung im VergleichW. Krätzer^a, U. Schanda^a, W. Sorge^b und T. Wegner^b^a*Fachhochschule Rosenheim*; ^b*Ingenieurbüro Sorge*

Ein Teil des Anwesens Schloss Valley in Oberbayern besteht aus einer Halle, deren Grundmauern neu errichtet wurden, deren Dach jedoch aus einer wieder aufgebauten Zollinger Lamelldachkonstruktion aus den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts besteht. Die Halle wird in erster Linie für Orgelaufführungen benützt; alte Orgeln finden nach einer Restaurierung darin einen festen Platz wie z.B. die Steinmeyer Orgel, die ehemals in der Jesuiten Kirche in Heidelberg ihren Dienst tat. Die Raumakustik dieses Orgelzentrums wurde messtechnisch untersucht und die Auswirkung der erwähnten Dachkonstruktion als auch der Orgeleinbauten durch Berechnungen mit Hilfe des Programmes CAESAR verglichen. Gemessen wurden die Nachhallzeiten aus Vergleichsgründen zum einen mit einer USB-Soundkarte und WinMLS 2000 von Morset Sound Development als Datenerfassungs- und Datenauswertungssystem, zum anderen mit einem Echtzeitanalysator des Typs Norsonic 840. Für den Abgleich der Berechnungs- und Messwerte wurden sukzessiv die schalltechnischen Kenngrößen Schallabsorptionsgrad und Diffusitätsgrad der Deckenkonstruktion und anschließend der Orgeleinbauten angepasst. Die Vorausberechnung der Nachhallzeiten bei Publikumsbesetzung und ein Vergleich mit den Anforderungen an Räume für entsprechende konzertante Darbietungen wurde durchgeführt.

Di. 15:40 PK 4.7

Raumakustik: Beispiele

Akustische Planung des neuen Kultur- und Kongresszentrums in AthenE. Mommertz und U. Opitz*Müller-BBM GmbH*

In Athen ist nach 10-jähriger Planungs- und Bauzeit ein neues Kultur- und Kongresszentrum fertiggestellt worden, welches u.a. über einen großen Opern- und Veranstaltungssaal, einen kleinen Theatersaal, einen Bankettsaal und Musikprobenräume verfügt. In diesem Beitrag wird ein Überblick über das Bauvorhaben gegeben, und es wird auf raum- und bauakustisch interessante Details in Planung und Ausführung eingegangen.

Di. 16:05 PK 4.7

Raumakustik: Beispiele

Zur Akustik im Dom zu St. Stephan in WienM. Fellner^a, F. Graf^a, G. Graber^b, T. Rohde^c und J. Egger^c^a*Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH*; ^b*TU Graz*;
^c*rohde-jegger acoustics*

Akustik und Aufführungspraxis im Dom zu St. Stephan erfuhren im Laufe der Geschichte einige Veränderungen, die u.a. durch verschiedene musik- und baugeschichtliche Aspekte geprägt sind. Dies führte dazu, dass sich der Liturgiemusizierplatz heute im Friedrichsschiff nahe der Rieger-Orgel befindet. In der Regel ist bei Konzerten der Platz für Chor und Orchester ebenfalls im Friedrichsschiff vorgesehen. Selten wird bei Konzerten vor dem Volksaltar musiziert. Bei kleineren Konzerten ohne Orgel wird auch im Wr. Neustädterschiff musiziert. Die akustische Situation im Friedrichsschiff ist insofern problematisch, als die Schallabstrahlung sowohl für die Ausführenden als auch für die Zuhörenden durch die räumliche Anordnung zu einer ungünstigen Hörsituation führt, da die Klanguausbreitung durch Säulen u.ä. stark beeinflusst wird. Dadurch wird sowohl die subjektive Wahrnehmung von Chor, Orchester und Solisten während des Musizierens als auch das Klangerlebnis der Zuhörenden mitunter stark beeinträchtigt. Die vorgestellten Arbeiten dienten zur wissenschaftlichen Bearbeitung und Dokumentation der gegenwärtigen akustischen Situation im Dom zu St. Stephan, in dem die wissenschaftlichen Grundlagen für eine Verbesserung der akustischen Situation im Dom erarbeitet wurden. Dazu gehört u.a. die Erhebung der verschiedenen Anforderungen sowie eine umfassende musikalisch-akustisch-technische Bestandsaufnahme zur Erfassung der Feinstruktur des Schallfeldes. Dazu wurde ein eigenes Visualisierungs-Tool zum visuellen Vergleich der großen Datenmengen entwickelt. Die Elektroakustik wurde im Projekt nicht betrachtet. Mit Hilfe von akustischen Simulationen wurden Möglichkeiten zur Optimierung der Musizier- und Hörsituation im Dom zu St. Stephan erarbeitet, insbesondere die Musiziersituation im Friedrichsschiff. Ziel war die Untersuchung von Maßnahmen für eine bessere Klangabstrahlung. Dazu wurden vorwiegend unterschiedliche Varianten von Podestformen und Podestaufstellungen untersucht.

Di. 16:55 PK 4.7

Absorptionsmaterialien

Quash* Sound Management Foam - Ein neues Schallabsorptionsprodukt für ProblemanwendungenJ. Grimmeissen*Cellofoam GmbH & Co. KG*

Für viele Anwendungen im Bau, in der Industrie und im Transportwesen ist "Wasser" sicher eine der häufigsten und am schwierigsten zu lösenden Problemstellungen der täglichen Praxis. Unter "Wasser" verstehen wir hier alle seine Erscheinungsformen wie Luftfeuchtigkeit, Dampf, Kondenswasser und flüssiges Wasser.

Die meisten heute üblichen Schallabsorptionsmaterialien bestehen aus porösen Stoffen und nehmen folglich Wasser auf, wenn sie in der täglichen Anwendung mit feuchter Luft, Kondenswasser oder direkt mit Flüssigkeit in Berührung kommen. Selbst wenn die Schallabsorptionsmaterialien mit einer Schutzschicht überzogen sind, ist das Eindringen von Feuchtigkeit oft nur eine Frage der Zeit.

Quash* Sound Management Foam setzt an genau diesem Punkt an. Da **Quash*** Sound Management Foam aus hydrophoben Polyolefinen hergestellt wird und außerdem eine geschlossene Zellstruktur besitzt, nimmt er nur eine vernachlässigbar geringe Menge an Wasser auf. So behalten Produkte aus **Quash*** Sound Management Foam ihre volle akustische Wirkung sowie ihre strukturelle Stabilität selbst in Anwendungen mit hoher Luftfeuchtigkeit und hohen Temperaturen. Dagegen verlieren unter diesen Umgebungsbedingungen herkömmliche Materialien wie Mineralfasern, Polyurethan- und Melaminschäume ihre akustische Leistung und ihre Strukturstabilität.

Di. 17:20 PK 4.7

Absorptionsmaterialien

Entwicklung eines verputzten Zelluloseabsorbers

G. Graber^a, J. Egger^b, H. Hengsberger^c, P. Kautsch^c, H. Drotleff^d, X. Zhou^e, W. Lackner^f, R. Schmied^g, P. Häupl^h und H. Petzold^h

^aTU Graz; ^brohde-jegger acoustics; ^cTU Graz - Inst. f. Hochbau;

^dFraunhofer-Institut für Bauphysik; ^eFraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart; ^fCPH-Cellulose Produktions- und Beteiligungs GmbH; ^gWietersdorfer und Peggauer Zementwerke; ^hTU Dresden

Im Rahmen von abgeschlossenen Forschungsprojekten wurde die überwiegend als Einblasdämmstoff verwendete Altpapierzellulosedämmung zu einem tragfähigen, verputzbaren Wandsystem entwickelt, das als thermische Innendämmung ohne Dampfsperre einsetzbar ist. Dabei wurden die positiven Eigenschaften des Materials weiterentwickelt, so dass ein tragfähiger und mittels Spezialputz verputzbarer Dämmkörper zur Verfügung steht. Der Vortrag berichtet über ein laufendes Projekt, in dem der verputzbare Zellulosedämmkörper zu einem akustischen Absorber weiterentwickelt wird, der vor allem im mitten- und tief-frequenten Bereich wirksam sein soll. Basierend auf dem Prinzip des klassischen Schlitzabsorbers wird auf einer 5 bis 6 cm dicken vor Ort aufgespritzten Zelluloseschicht ein zweischichtiges Putzsystem aufgebracht, das - als Innovation bei Schlitzabsorbern - auch mit einer fugenlosen Oberfläche ausgeführt werden kann. Damit wird dem Bedarf vieler Planer nach 'Unsichtbarkeit' der akustischen Maßnahmen bei gleichzeitiger Bedämpfung tiefer Frequenzen Rechnung getragen. Aufgrund des positiven hygrothermischen Verhaltens kann der verputzte Zelluloseabsorber auch an der Innenseite von Außenwänden eingesetzt werden, wo konventionelle Absorber Probleme mit unzulässiger Wasserdampfkondensation hervorrufen können. Der neuartige Absorber ist auch auf unebenen oder gekrümmten Wänden oder Decken applizierbar. Der Einsatz des verputzten Zelluloseabsorbers zur akustischen Sanierung eines Klassenzimmers wird vorgestellt.

Di. 17:45 PK 4.7

Absorptionsmaterialien

Einsatz von Gesintertem oder Gewebtem Aluminium für Akustischen Komfort in Faserfreien, Feuchten und Korrosiven Umgebungen und Reinräumen.

W. Rottiers

Sonogamma

Dank verbesserten Herstellungstechniken, sind gesinterte und gewebte Aluminium-Paneelen in den Dicken von 0.9 bis 2 mm verfügbar. Die akustischen Absorptionskoeffizienten, gemessen nach ISO 354, erreichen $\alpha_w = 0.8$ ohne Mineralwolle oder Schaumstoff. Ausführliche Tests sind ausgeführt worden um die thermische Leitung, Wasserabfluss, Salzsprühnebel und Reinigungseigenschaften zu bestimmen. Weil keine organischen Bestandteile im Material sind, ist die Brandklasse nach dem neuen europäischen Standard: A1 oder nicht brennbar. Neue Perspektiven werden somit eröffnet für den Einsatz in Schwimmbädern,

Metro-Stationen, Kliniken und Reinräumen, Kühldecken, Fassadenverkleidung, Lärmschutzwälle usw. Herstellungsprozess, Test Ergebnisse und Applikationen werden während der Präsentation gezeigt.

Di. 18:10 PK 4.7

Absorptionsmaterialien

Akustische und mechanische Eigenschaften von Faserverbundwerkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen bei Variation des Hybridwerkstoffaufbaus und der Bauteiloberflächen

C. König und D.H. Müller

Bremer Institut für Konstruktionstechnik - Universität Bremen

Hybridvliese werden häufig eingesetzt, um Schichtverbunde für die Anwendung bei Automobil Innenteilen herzustellen. Diese Vliese bestehen aus Verstärkungsfasern und Polymerfasern, die als Matrixmaterial dienen. Durch Veränderung sowohl der Stärkungs- als auch der Polymerfasern und durch Anpassung der Produktionstechnologien ist es möglich, die mechanischen Daten und akustischen Eigenschaften der Bauteile zu optimieren.

Die zunehmenden Anforderungen an das Bauteilgewicht, sowie Umweltverträglichkeit und Recyclingfähigkeit der eingesetzten Werkstoffe erfordern innovative Lösungsansätze bei der Bauteilgestaltung. Unter diesen Gesichtspunkten wächst das Bestreben Glasfasern durch Naturfasern zu substituieren. Naturfasern bieten im Verbund mit polymeren Matrices durch Aufbau, Verarbeitung und Anordnung verschiedener Layer erhebliche Kombinationsmöglichkeiten bei der Bauteilgestaltung. Heimische Naturfasern, wie z.B. Flachs- und Hanffasern, zeichnen sich durch ihr geringes Gewicht und ihre ökologische Verträglichkeit aus. Polypropylen als Polymerfaser weist als thermoplastische Matrix gute Flies- und Verarbeitungseigenschaften auf.

Durch Kombination von unverpressten Vlieslayern mit unterschiedlich stark verpressten Faserverbundlayern ist, neben der erwünschten Steifigkeit der Sandwichstruktur die Möglichkeit gegeben, die akustischen Eigenschaften entsprechend dem späteren Nutzen des Endproduktes zu modifizieren.

Fachvorträge am Mittwoch, den 22.03.2006

Mi. 8:30 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Demonstrator for Automatic Text-independent Speaker IdentificationK. Kroschel und D. Bechler*Universität Karlsruhe (TH)*

The goal of the system is to identify in almost real time around 10 speakers who are authorized to control a machine, cars, robots etc. after a simple training procedure.

The largest 13 Mel Frequency Cepstral Coefficients decorrelated by Discrete Cosine Transform are used as features \mathbf{x} for the classifier.

The identification of the speakers is based on their specific vocal tract parameters. Since speech is a random process, the vector \mathbf{x} is described by a 13-dimensional Gaussian density specified by the mean μ_i and covariance matrix Σ_i which depend on the shape of the vocal tract.

Based on these densities, a M -state Gaussian Mixture Model (GMM) for M different vocal tract states is constructed. Here $M = 32$ is assumed. From a training set of N feature vectors $\{\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_N\}$ the parameter set $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_{32})^T$ consisting of the state probabilities P_i and μ_i, Σ_i of the GMM are derived recursively, using the Expectation-Maximization (EM) algorithm.

Having trained the detector by the procedure given above, a speaker identified by the index s is detected by maximizing the conditional probability $P(\lambda_s | \mathbf{X})$ of a test feature sequence $\mathbf{X} = \{\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_T\}$.

Experiments have shown that a training sequence of 50 s is sufficient and that for identification an utterance of 1.5 s yields reliable results if 12 speakers have to be discriminated.

Mi. 8:55 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Lombard-Sprache für Kfz-Anwendungen: eine Analyse verschiedener AufnahmekonzepteM. Buck, H.-J. Köpf und T. Haulick*Harman/Becker Automotive Systems*

Um aussagekräftige Spracherkennertests im Kfz durchführen zu können, bedarf es einer großen Zahl an Sprachäußerungen von verschiedenen Sprechern. Tests mit realen Sprechern im Fahrzeug sind sehr aufwändig, zudem sind die Ergebnisse nur bedingt reproduzierbar. Off-line Tests mit bestehenden Datenbanken haben dagegen den Nachteil, dass sie fahrzeugspezifische Eigenschaften nicht nachbilden können. Als flexible Alternative bieten sich Tests mit Lombard-Sprachdaten an, die in hallarmer Umgebung bzw. mit einem nah am Mund positionierten Mikrofon aufgezeichnet worden sind. Fahrzeugspezifische Signale können dann durch Abspielen dieser Sprachaufnahmen über Kunstkopf oder durch Faltung mit im Zielfahrzeug gemessenen Impulsantworten erzeugt werden. In einer realen Fahrsituation bewirkt der erhöhte Geräuschpegel im Fahrzeug, dass der Sprecher seine Stimme anhebt, um lauter und deutlicher zu sprechen. Diese als Lombard-Effekt bekannte Erscheinung muss deshalb auch in den Sprachdaten präsent sein. Da die Sprachdaten keine Umgebungsgeräusche enthalten dürfen, wird zur Aufnahme von Lombard-Sprache den Sprechern meist über Kopfhörer Fahrgeräusch eingespielt.

Dieser Beitrag untersucht unter welchen Aufnahmebedingungen, realitätsnahe Lombard-Sprachdaten gewonnen werden können. Verschiedene Aufnahmekonzepte werden vorgestellt und mit der realen Bedienung eines Sprachbediensystems verglichen. Insbesondere wird untersucht, inwieweit mit der gängigen Methode der Fahrgeräuschsimulation über Kopfhörer geeignete Lombard-Sprache aufgezeichnet werden kann.

Mi. 9:20 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Vorhersage der empfundenen Klangqualität von Mehrkanal-Störgeräuschreduktionsverfahren in PersonenkraftwagenR. Huber*HörTech gGmbH*

Die formale Beurteilung der Qualität von Störgeräuschreduktionsverfahren erfolgt zumeist durch eher einfache, technische Parameter wie z.B. die Verbesserung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses. Formelle Hörtests werden auf Grund des hohen

Aufwands nur selten durchgeführt. Gerade bei artefaktbehafteten Verfahren zur Störgeräuschreduktion offenbaren Hörtests jedoch oftmals eine unbefriedigende Korrelation zwischen subjektiv beurteilter Gesamtqualität und technischen Qualitätsmaßen. Stärker psychoakustisch motivierte objektive Qualitätsmaße stellen hier eine erfolversprechendere Alternative dar. In diesem Beitrag wird gezeigt, dass selbst bei relativ artefaktarmen Verfahren wie Beamformern perzeptuelle Qualitätsmaße eine deutlich höhere Vorhersagegüte besitzen können als konventionelle Methoden. Es wurden eine Reihe modellbasierter Sprach- und Audioqualitätsschätzverfahren wie PEAQ, PESQ, PEMO-Q, Log-Area-Ratio u.a. auf Literaturdaten von Tontch (2002) angewandt. Tontch untersuchte die Klangqualität verschiedener Mehrkanal-Störgeräuschreduktionsverfahren in Personenkraftwagen, u.a. durch formelle Hörtests. Es wird gezeigt, dass einige der perzeptuellen Maße eine sehr gute, deutlich bessere Vorhersagegüte für die subjektiven Qualitätsbewertungen aufweisen als die berechneten SNR-Verbesserungen. Die beste Übereinstimmung mit den subjektiven Daten erreicht ein PEMO-Q - Qualitätsmaß.

Mi. 9:45 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

A New Tool for Evaluation of Sound Quality in CarKit Telephony

T. Drascher, M. Schönle und V. Gilg

BenQ GmbH & Co OHG

The evaluation of sound quality in mobile telephony applications has gained increasing interest during the last years. Target of existing tools like PESQ is to quantify audio quality by MOS values. Thereby only global information can be obtained, important individual subjective impressions are neglected. For the assessment of some typical audio scenarios like double-talk or residual echo these tools are less suited.

We present a new flexible tool allowing the comprehensive assessment of sound quality in a given configuration, e.g. in carkit telephony. The goal is to obtain an end-user assessment with reproducible and statistically reliable results in a relatively short time. The tool provides an ITU-conform test procedure for subjective tests delivering MOS values along with their related statistics. In addition it gives information on most annoying properties that allow a precise diagnostic of sound quality factors. A major advantage of the tool is the wide coverage of audio characteristics, some of them strongly contributing to the overall quality in the

carkit use case. Example results obtained during in-situ tests of a carkit as well as first results of double-talk tests are provided.

Mi. 10:10 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Performance of Text-Independent Speaker Identification considering In-Car Acoustics

V. Mildner, S. Goetze und K.-D. Kammeyer

Universität Bremen, Arbeitsbereich Nachrichtentechnik

Hands free operation of communication and information devices in cars is becoming obliged to greater extents. The operated devices reach from mobile phones to systems permanently installed in the car. A major task for such systems is that of speech recognition, for instance handling a navigation system via voice commands only. Algorithms for speaker identification may be used to provide speaker dependent speech recognition systems with the necessary a-priori information. Furthermore, the retrieved information of who is speaking (and operating the car) may be exploited to enable other systems (air conditioning etc.) adapting to the preferences of the driver.

For text-independent speaker identification a system based on Gaussian Mixture Models is used. The models are computed based on clean speech sequences for training. Test-sequences are generated considering the acoustic environment (reverberation and noise) of a car cabin. Post-processing is performed applying single- and multi-channel algorithms to the degraded test sequences. Finally, the test-sequences are compared to the models of all speakers via maximum-likelihood decision and a closed-set speaker identification is performed.

The performance of text-independent speaker identification is measured by the error rate of the system comparing the different possibilities of post-processing.

Mi. 14:00 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Evaluierung der Sprachübertragungsqualität von Freisprechern in Kraftfahrzeugen

G. Klasmeyer, M. Herrenkind und K. Kreft

IAV GmbH

Die Integration von Freisprechern in Kraftfahrzeuge ist ein vielschichtiger Prozess, an dem in der Regel mehrere Partner beteiligt sind. Um den jeweiligen Entwicklungsstand hinsichtlich der Sprachübertragungsqualität zur internen Dokumentation bzw. zur vergleichenden Bewertung umfassend beschreiben zu können, werden aussagekräftige und zuverlässig reproduzierbare

Gütemaße benötigt. In einer VDA Spezifikation wurde die Einhaltung hauptsächlich physikalisch motivierter Parameter als notwendige Voraussetzung für eine angemessene Sprachübertragungsqualität definiert. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass die Einhaltung dieser Grenzwerte nicht hinreichend ist, um eine vollständige Kundenzufriedenheit zu gewährleisten. Aus Kundensicht ergeben sich folgende Anforderungen bei der Beurteilung eines Freisprechers:

1. Sprachverständlichkeit hat höchste Priorität
2. Natürlichkeit des Stimmklangs bei vertrauten Personen soll erhalten bleiben
3. Vokaler Ausdruck (Sprecherintentionen, Emotionen, etc.) soll erhalten bleiben
4. Unterdrückung von Hintergrundgeräuschen muss im Verhältnis zur Lästigkeit akustischer Artefakte erwogen werden

Im Rahmen dieses Vortrages soll ein Weg aufgezeigt werden, wie diese aus Kundensicht wichtigen Merkmale effektiv und reproduzierbar bestimmt werden können. Dazu wird versucht, die Vorteile von klassischen Konversationstests mit Listen-Only-Tests und instrumentellen Verfahren unter reproduzierbaren Laborbedingungen zusammenzuführen.

Mi. 14:25 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Methods for Assessing Speech Intelligibility in Cars

A. Wendemuth^a und T. Starruß^b

^a*Inst. f. Elektronik, Signalverarbeitung u. Kommunikationstechnik;* ^b*Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr*

Acoustic environments in cars are particularly challenging for automatic processing of speech. Handsfree telephone sets and automatic speech recognition in cars are prominent examples. Established performance measures, e.g. the word recognition rate in speech recognition, are not appropriate in these environments. Instead, quality and intelligibility measures are required which give information about the success of a command or conversation. In this paper, several standardized measures are presented, in particular the TOSQA / TASQ types. It is discussed whether these measures are appropriate for speech quality and speech intelligibility assessment. Criteria are identified for future assessments.

Mi. 14:50 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

One-view visualization of Speech Quality Parameters for Mobile Hands-free DevicesF. Kettler, H.W. Gierlich und S. Völl*HEAD acoustics GmbH*

The new Draft Recommendation P.505 provides a new quality representation methodology. The focus is to summarize test results and the representation is easy to use and easy to understand for non experts. It can also serve as a basis for commercial decisions on a management or marketing level. Various hands-free implementations were measured and the results are represented this way. These so called "quality pies" are discussed for the different implementations in order to demonstrate how they can be used

- to compare devices under tests,
- to analyse weak and strong points of each device
- and to document an optimization process of a device during development.

Benefits and limits of this one-view visualization of speech quality parameters are discussed using these practical examples.

Mi. 15:15 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Sprachqualität von Telefongesprächen aus dem Fahrzeug - ein noch immer ungelöstes ProblemM. Lieb*Volkswagen AG*

Im Gegensatz zur üblichen Mobil- oder VoIP-Telefonie hält die Telefonie im Auto noch immer sehr große Herausforderungen bereit, um einen hohen Grad an empfundener Sprachqualität zu erreichen. Im Spannungsfeld zwischen Systemkosten und erzielbarer Leistungsfähigkeit werden beim Fahrzeughersteller verlässliche Testmethoden für Sprachübertragungsqualität benötigt, die über etablierte state-of-the-art Meßverfahren hinausgehen. Mit diesem Paper sammeln wir die Faktoren, die die Sprachqualität im Fahrzeug negativ beeinflussen. Wir beschreiben die Schwierigkeiten bei der Beurteilung subjektiv empfundener Sprachqualität und bei deren Abbildung auf objektive Meßverfahren. Dies führt zu fortschrittlichen Ansätzen in der Sprachqualitätsbewertung.

Mi. 15:40 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Sprachqualitätsbewertung - ein mehrdimensionales Problem?W. Gädicke*Volkswagen AG*

Es gibt bereits eine Vielzahl von Algorithmen zur automatisierten Sprachqualitätsbestimmung von Telekommunikationssystemen, deren Ergebnisse auf einer eindimensionalen Skala dargestellt werden. Viele dieser Verfahren verwenden hierzu vorzugsweise die MOS-Skala. Neuere Forschungsansätze versuchen automatisierte Verfahren zu entwickeln, die eine differenziertere Bewertung der Sprachqualität erlauben. Hierzu wird das Gesamtqualitätsurteil in Eigenschaften wie Natürlichkeit, Schärfe, Lautheit, Nähe etc. zerlegt. Diese Präsentation soll an die Zusammenhänge, die zwischen den einzelnen Sprachqualitätsmerkmalen bestehen, erinnern und abschließend verdeutlichen, für welche dieser Qualitätsmerkmale weitere wissenschaftliche Untersuchungen lohnenswert erscheinen. Das Ziel dieser Untersuchungen besteht in der Schaffung eines Algorithmus zur automatisierten differenzierten Sprachqualitätsbewertung von Sprachübertragungskanälen.

Mi. 16:05 SN 19.1

Sprachakustik im Kraftfahrzeug II

Umsetzung einer neuen Metrik zur Ermittlung und Optimierung der Sprachverständlichkeit im FahrzeuginnerenO. Wolff*Rieter Automotive AG*

Der Speech-Transmission-Index (STI), der ursprünglich für die Raumakustik und Telekommunikationssysteme vorgesehen war, hat das Ziel, die Qualität der Sprachübertragung innerhalb eines vorgegebenen akustischen Systems zu ermitteln. Der Hauptunterschied zwischen dem STI und dem gemeinhin genutzten Articulation Index (AI) ist, dass die Berechnung des STI sowohl das Hintergrundgeräusch an der Position des Sprechers, als auch die Änderung des Sprachsignals durch seine Übertragung vom Sprecher zum Hörer in Betracht zieht.

Rieter Automotive AG hat die Anwendung dieser Metrik auf die Automobilindustrie erweitert. Zunächst wurde der Mehrwert dieses neuen Indexes für die Fahrzeugakustik ermittelt. Dann wurde eine für den industriellen Hintergrund geeignete Messmethode entwickelt.

Rieter Automotive AG nutzt diesen Index jetzt zur Ermittlung der Sprachverständlichkeit in Fahrzeugen. Ausserdem ist zur Zeit eine Methode zur Optimierung der Sprachverständlichkeit in Entwicklung.

Es werden die Entwicklungen vorgestellt, die bei der Rieter Automotive AG ausgeführt wurden, um die neue Vorgehensweise zur Messung des STI innerhalb der Firma erfolgreich umzusetzen. Konkrete Beispiele der Nutzung des Indexes werden vorgestellt.

Mi. 16:55 SN 19.1

Messtechnik - Luftschall-Impedanz

New Calibration Method for the Two Microphone Transfer Function Method to Measure Acoustical Impedance in a Wide Frequency Range.

R. Boonen

KU Leuven Werktuigkunde PMA

The acoustical impedance of a component (for example a silencer) is one of its most important characteristics. It is needed when acoustical simulations using lumped elements or electrical analog circuits are carried out. The calibration procedure for the two microphone transfer function method described in ISO 10534-2 is not sufficiently accurate in most cases. It is necessary to calibrate the sensor positions for accurate measurements in the high frequency range.

In this research, a new calibration method for the two microphone transfer function method has been proposed such that acoustical impedances can be measured with high accuracy over a wide frequency range. In this method, the estimation of the speed of sound has been eliminated.

The microphone calibrations have been performed in amplitude as well as in position with respect to a reference section simultaneously. First, the sensor positions are estimated from the measured transfer function between the microphones. Then, these positions are refined using a recursive procedure until the required calibration accuracy has been obtained. As result, the acoustical impedance of a component can be accurately determined.

Finally, the results obtained on an experimental setup, on which the new calibration method will be verified, will be presented.

Mi. 17:20 SN 19.1

Messtechnik - Luftschall-Impedanz

In-situ Impedanzmessung mit einem kombinierten Schnelle- und Drucksensor.R. Kruse und V. Mellert*Universität Oldenburg*

Die Messung der Oberflächenimpedanz mittels in-situ Methoden bietet gegenüber konventionellen Verfahren (z.B. ISO 10534-2) eine Reihe von Vorteilen: Die Messung kann am installierten Bauteil bei beliebigem Einfallswinkel ausgeführt werden. Hierzu werden üblicherweise Impuls-Echo Verfahren oder das Zwei-Mikrofon Verfahren angewandt. Durch die Möglichkeit der Direktmessung der Feldimpedanz mittels einer Mikrofon/Microflown Kombination kann ebenfalls die Oberflächenimpedanz ermittelt werden. Messungen der Impedanz wurden an verschiedenen Absorbern für unterschiedliche Einfallswinkel durchgeführt. Hierbei wurde besonders der Einfluß der Kalibration des Microflowns, der Probengröße sowie der Meßgeometrie untersucht. Die Ergebnisse werden mit Impedanzrohr-Messungen sowie Ergebnissen der Zwei-Mikrofon Methode verglichen.

Mi. 17:45 SN 19.1

Messtechnik - Luftschall-Impedanz

Validierung des Entfernungsgesetzes und Korrektur der Gruppenlaufzeit und des akustischen Zentrums des Lautsprechers im Adrienne-VerfahrenS. Fuhs^a, R. Höldrich^a und G. Tomberger^b*^aInstitut für Elektronische Musik und Akustik; ^bDr. Tomberger Ziviltelntechnik GmbH*

Das Adrienne-Verfahren zur In-Situ Messung der akustischen Eigenschaften von Materialien war in letzter Zeit viel Kritik ausgesetzt. Eine notwendige Revision soll die Vorteile dieses Messsystems nutzbar machen. Die Berechnung des Reflexionsindex im Adrienne-Verfahren beinhaltet eine Multiplikation der Reflexion des Prüfkörpers mit der zugehörigen Schallausbreitungszeit. In dieser notwendigen Korrektur der Ausbreitungsdämpfung muss zusätzlich das zeitliche und örtliche Schallzentrum des Lautsprechers frequenzabhängig berücksichtigt werden, um den Einfluss des Lautsprechers auf das Messergebnis zu reduzieren. Das Problem besteht also darin festzustellen, welche Verzögerung von der örtlichen Verschiebung des akustischen Zentrums stammt und welche Verzögerung der Gruppenlaufzeit des Lautsprechers zuzuschreiben ist. Des weiteren basiert das Adrienne-Verfahren auf der Ausbreitungsdämpfungstheorie einer idealen

Punktschallquelle. Besonders wichtig ist hier das Entfernungsgesetz, demzufolge der Schalldruck umgekehrt proportional zur Entfernung ist. In der Praxis ist der Lautsprecher jedoch keine ideale Punktschallquelle, was hauptsächlich von der Größe des Lautsprechers (Lautsprechermembran), dem Abstand zum Aufpunkt und der Frequenz abhängt. Wird der Lautsprecher in Anlehnung an die Theorie einer Kolbenmembran betrachtet, so ergeben sich Schalldruckschwankungen im Nahfeld des Lautsprechers, die von einer $1/r$ -Schalldruckabnahme deutlich abweichen. Mikrofon-Lautsprecheranordnungen die außerhalb der Gültigkeit des Entfernungsgesetzes liegen verursachen einen systematischen Messfehler.

Mi. 18:10 SN 19.1

Messtechnik - Luftschall-Impedanz

Korrektur der Lautsprecherrichtcharakteristik im Adrienne-Verfahren

S. Fuhs^a, R. Höldrich^a und G. Tomberger^b

^a*Institut für Elektronische Musik und Akustik;* ^b*Dr. Tomberger Ziviltechniker GmbH*

Das Adrienne-Verfahren zur In-Situ Messung der akustischen Eigenschaften von Materialien war in letzter Zeit viel Kritik ausgesetzt. Eine notwendige Revision soll die Vorteile dieses Messsystems nutzbar machen. Dazu zählt ganz eindeutig der Einfluss der Richtcharakteristik des Lautsprechers auf das Messergebnis. Die Tatsache, dass die vom Mikrofon erfassten Signale unterschiedlichen Abstrahlrichtungen des Lautsprechers entstammen, macht eine Korrektur der Lautsprecherrichtcharakteristik notwendig. Es besteht die Möglichkeit, diese Korrekturfaktoren sowohl vereinfacht für die geometrische Reflexion zwischen Lautsprecher, Materialprobe und Mikrofon, als auch detaillierter, wellentheoretisch für die gesamte Reflexionsfläche mit Kirchhoff-Helmholtz zu berechnen. Die Anwendung der Korrekturfaktoren auf eine glatte Reflexionsfläche bestätigte die Annahme, dass der gemessene Reflexionsgrad der untersuchten Prüfeinrichtung unter Berücksichtigung der Korrektur der Lautsprecherrichtcharakteristik zunimmt. Der geometrische und der wellentheoretische Ansatz der Korrektur liefern ähnliche Ergebnisse, wobei bei Letzterem der Einfluss der Richtcharakteristik in den Randbereichen der Prüffläche deutlich wird. Für Prüfobjekte mit einer strukturierten Oberfläche kann daher aus theoretischen Überlegungen heraus nur der wellentheoretische Ansatz richtige Ergebnisse zur Korrektur der Lautsprecherrichtcharakteristik liefern. Bei

Nichtbeachtung der Korrekturfaktoren ergibt sich ein systematischer Fehler, der theoretisch als auch messtechnisch nachvollziehbar ist.

Mi. 8:30 SN 19.2

Audiotechnik

Planung und Inbetriebnahme der Beschallungsanlage für die Papstmesse zum Weltjugendtag 2005 auf dem Marienfeld bei Köln

A. Goertz

Audio & Acoustics Consulting Aachen

Für die Papstmesse zum Weltjugendtag in Köln wurde auf einem 4 km² großen Gelände eine der weltweit größten Beschallungsanlagen installiert. Für ca. 1 Millionen Pilger diente diese Anlage zur Übertragung der Papstmesse und des peripheren Showprogramms sowie als Alarmierungssystem mit allen erforderlichen Funktionen. Dieser Vortrag stellt das Konzept der Anlage sowie die zugehörigen Planungsarbeiten und die abschließende Inbetriebnahme vor.

Mi. 8:55 SN 19.2

Audiotechnik

Ringschleifen in öffentlichen Räumen - Sonderlösungen und Alternativen

H. Seidler

Hör- und Umweltakustik Dresden

Induktive Höranlagen, oft auch als Ringschleifen bezeichnet, können drahtlos Informationen an fast jedes Hörgerät einer schwerhörigen Person übertragen. Damit gelingt es, den Betroffenen ein Sprach- oder Musiksignal aus unmittelbarer Quellennähe direkt bis zu Ohr zu liefern ohne Nebengeräusche und störenden Nachhall. Gerade mittel- und hochgradig Schwerhörige können erst so etwas verstehen. Induktionsanlagen zeichnen sich dadurch aus, dass sie gerade in öffentlichen Gebäuden mit wechselndem Publikum bei vergleichsweise geringem Aufwand eine Versorgung im ganzen Raum erlauben, relativ robust und einfach aufgebaut sind, die individuellen Eigenschaften der Hörgeräte und Innenohrimplantate (Cochlear Implants) nutzen und minimale Betriebskosten verursachen. Bei Beachtung grundlegender Konstruktionsregeln erlauben sie eine hochwertige Signalübertragung. Dem stehen aber auch Nachteile gegenüber wie Übersprechen in Nachbarräume, magnetische Störbarkeit oder Empfindlichkeit gegenüber ferromagnetischen Materialien in den umgebenden Bauteilen. Der Vortrag zeigt anhand ausgeführter Beispiele, wie durch Einsatz sorgfältig geplanter Sonderlösungen

neue Eigenschaften realisiert oder andere Anwendungsgebiete eröffnet werden. Alternative Höranlagen mit Funk- bzw. Infrarot-übertragung helfen, Bedarfslücken zu schließen.

Mi. 9:20 SN 19.2

Audiotechnik

Übertragung von Audiosignalen über lange Distanzen mittels optischer Netze

M. Koschier^a, F. Graf^b, E. Leitgeb^a und G. Graber^a

^aTU Graz; ^bJOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

In der Audiotechnik gibt es bereits eine Vielzahl an Standards und Möglichkeiten Audiodaten digital zu übertragen. Diese sind jedoch zumeist auf geringe Distanzen (einige Meter) begrenzt. Für viele Anwendungen ist es aber erforderlich, lange Distanzen ohne Qualitätseinbußen zu überbrücken. Eines der derzeit besten Verfahren Signale digital zu übertragen ist die optische Übertragungstechnik, welche Spannungen in optische Signale wandelt und diese über Lichtwellenleiter überträgt. Neben der hohen Geschwindigkeit zeichnet sich diese Übertragungstechnik durch eine hohe Bandbreite, geringe Dämpfung und Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen aus. Es wurden die am Markt befindlichen Übertragungssysteme und Realisierungsmöglichkeiten untersucht und das Preis-Leistungsverhältnis analysiert. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend wurde ein kostengünstiges System zur Übertragung von Audiodaten über ein optisches Netz entwickelt, das es erlaubt, Audiodaten über mehrere Kilometer mit hoher Qualität zu übertragen.

Mi. 9:45 SN 19.2

Audiotechnik

Hochqualitative Audioübertragung mit geringer Latenz für interaktive Web-Services

C. Borß

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Für Sprachübertragung über das Internet existieren Lösungen, die eine für Kommunikation erforderliche maximale Latenz nicht überschreiten. Allerdings sind die dafür verwendeten Kompressionsverfahren nur schlecht für eine hochqualitative Übertragung von allgemeinen Audiosignalen geeignet. Web-Services, die auf Server-Seite ein von der Interaktion des Benutzers abhängiges Audiosignal generieren, das auf Client-Seite wiedergegeben

wird, erfordern eine solche Audioübertragung mit geringer Latenz. Konventionelle Live-Streaming-Lösungen wurden für nicht-interaktive Anwendungen entwickelt und weisen meist eine Latenz von mehreren Sekunden auf. In diesem Beitrag wird die prinzipielle Architektur und das verwendete Übertragungsverfahren konventioneller Streaming-Lösungen und eine für interaktive Web-Services entwickelte Peer-to-Peer Lösung beschrieben. Dabei wird auf die verwendeten Protokolle und mögliche Einschränkungen eingegangen, die sich bei der Verwendung von aktuellen Endgeräten, wie DSL-Routern, ergeben. Da Web-Services zu meist die Installation zusätzlicher Pakete zur Erweiterung der Java Virtual Machine erfordern, die im Kontext des Web-Browsers ausgeführt wird, soll ein weiterer Aspekt dieses Beitrags sein, wie eine Audioübertragung mit möglichst geringen Anforderungen an installierte Erweiterungen realisiert werden kann.

Mi. 10:10 SN 19.2

Audiotechnik

Einsatz von MPEG-7 für die Entwicklung von akustischen Klassifikationssystemen

B. Rettenbacher, P. Schallauer und W. Bailer

Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH

Für die Entwicklung von akustische Klassifikationssystemen wird eine Vielzahl unterschiedlicher Geräusche aufgezeichnet, die danach verschiedenen Signalklassen zugeordnet werden. Auf diese Weise werden die, für die Klassifikation nötigen Trainingsdaten erhalten. Da es nicht immer möglich ist, ein Geräusch einer einzigen Klasse zuzuordnen, wird deshalb oft eine subjektive Zuordnung vorgenommen. Dabei ermöglicht eine Beschreibung der Geräusche durch Deskriptoren unterschiedlicher Abstraktionsgrade eine vielschichtigere Einordnung der Geräusche. Weiters sind auch die Qualität und die temporale Struktur der Geräusche von zentraler Bedeutung, weshalb die Beurteilung und die Segmentierung der Geräusche in die Beschreibung einfließen müssen.

MPEG-7 ist ein Standard zur Ergänzung von Multimedialen Daten um Metainformationen, der 2002 von der Moving Picture Experts Group, kurz MPEG-Group verabschiedet wurde. MPEG-7 Daten werden wahlweise in einem XML-Dokument oder einer binären Repräsentation gespeichert. Für die Beschreibung von Audiosignalen existiert eine Reihe von MPEG-7-Deskriptoren, wobei innerhalb des Standards eigene Deskriptoren definiert werden können, um MPEG-7 Beschreibungen für die Anforderungen in den jeweiligen Applikationen zu erweitern.

Im Vortrag wird die Eignung von MPEG-7 für die Beschreibung von Audiosignalen in akustischen Klassifikationssystemen erläutert, wobei besonders die Aspekte Mehrkanalaufzeichnung, Beschreibung der Aufnahmesituation (Ort, Umweltparameter, Aufzeichnungssystem und Sensorik), Segmentierung, Signalqualität und Signalbearbeitung betrachtet werden.

Mi. 14:00 SN 19.2

Audiotechnik

Simulationsumgebung für Mikrofonarrays in der Musikaufnahme

D. Oschlies^a, B. Albrecht^a, F. Melchior^b und D. De Vries^c

^a*TU Ilmenau, Institut für Medientechnik, FG AVT*; ^b*Fraunhofer Institut für Digitale Medientechnik*; ^c*Lab. of Acoustical Imaging and Sound Control, TU Delft*

Der Einsatz von Mikrofonarrays in der Musikaufnahme ist derzeit wenig erforscht. Problematisch - im Gegensatz zu bekannten Anwendung von Empfängerarrays z.B. im HF-Bereich - ist hier vor allem das gewünschte konstantes Arrayverhalten über einen in der Größenordnung sehr großen Wellenlängenbereich. Die hohe erreichbare Richtwirkung eines Mikrofonarrays bei linearem Frequenzgang erlaubt zum einen eine Alternative zur klassischen Stützmikrofonierung, zum anderen kann das Schallfeld z.B. für die objektorientierte Audiowiedergabe analysiert werden. Betrachtet wird ein lineares logarithmisches Array, welches prototypisch an der TU Delft entwickelt wurde. Eine hierfür an der TU Ilmenau erstellte Simulationsumgebung ermöglicht den virtuellen Entwurf und Einsatz eines solchen Arrayaufbaus. Dabei bieten verschiedene Simulationsebenen einen visuellen und akustischen Eindruck vom zu erwartenden Arrayverhalten. Durch die Vorgabe beliebiger Parameter können die Auswirkungen von Parameteränderungen und Fehlern simuliert werden. So lässt sich z.B. als wichtige Zielgröße die Richtwirkung im Nah- und Fernfeld darstellen. Zur akustischen Kontrolle kann schon während der Planung eine Quelle virtuell in der Ebene vor dem Array platziert werden. Komplexe und arbeitsintensive Tests mit realen Arrays werden somit erst dann notwendig, wenn alle simulierten Ergebnisse zufrieden stellend sind. Aus dem darstellbaren Verhalten lassen sich Rückschlüsse auf Entwurfparameter und die notwendigen Präzisionen der praktischen Umsetzung ziehen. Ins besondere die Arrayausmaße bei gewünscht hohem Frequenzumfang sowie wie die Schärfe der zu erwartenden Richtwirkung sind dabei von Interesse.

Mi. 14:25 SN 19.2

Audiotechnik

Binaurale Raumsynthese mittels Wellenfeldsynthese - Realisierung und EvaluierungD. Menzel^a, H. Wittek^b, H. Fastl^a und G. Theile^b^a*AG Technische Akustik, MMK, TU München*; ^b*Audio Systems and Engineering, IRT München*

Durch Anwendung der binauralen Raumsynthese (BRS) kann bei Kopfhörerdarbietung die Wiedergabe von Sprache und Musik in verschiedenartigen Räumen bereits recht authentisch simuliert werden. Im Vortrag wird nun ein System vorgestellt, bei dem für die BRS-Wiedergabe ein "virtueller Kopfhörer" mittels Wellenfeldsynthese realisiert und evaluiert wird. Dabei werden durch ein kreisförmiges Array mit 23 Lautsprechern, das etwa 40 cm über dem Kopf der Versuchsperson angeordnet ist, fokussierte Quellen nahe den Ohren erzeugt. Die fokussierten Quellen werden mittels Headtracking so gesteuert, dass Ihre Positionen relativ zum Kopf stabil sind und damit die HRTFs unabhängig von der Kopfdrehung. Das System erlaubt eine nahezu perfekte raumbezogene Lokalisation von Schallquellen in der Horizontalebene, ist jedoch bezüglich der Abbildung der Elevation, insbesondere unterhalb der Ohrenhöhe, noch verbesserungsfähig. Für Quellen aus unterschiedlichen Richtungen sind Klangfarbenunterschiede zwar wahrnehmbar, aber nicht störend.

Mi. 15:15 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Anpassung der Schall 03-2006 an Anforderungen europäischer Regelwerke zum SchienenverkehrslärmU. Kurze^a, R. Diehl^a und J. Onnich^b^a*Müller-BBM GmbH*; ^b*DB AG*

Im Entwurf einer aktuellen Neufassung der Schall 03 sind bereits wesentliche Elemente europäischer und internationaler Regelwerke enthalten. Dazu gehören die Darstellung der Geräuschemission für einzelne Stunden eines Tages durch Schallleistungspegel in Oktavbändern und in verschiedenen Höhenbereichen sowie die Berechnung der Schallausbreitung nach ISO 9613-2. Einfach zu ergänzen sind Einzahlkriterien zur Beschreibung der unterschiedlichen Störwirkung am Tag, in Übergangszeiten und während der Nacht. Langzeitkorrekturen zur Meteorologie liegen in der Größenordnung von 2 dB, würden aber das bisherige Schutzniveau in Deutschland, das auch durch einen Schienenbonus bestimmt wird, verändern. Besondere Beachtung erfordert die Berechnung der Wirksamkeit von Schallschutzmaßnahmen am Fahrweg und im Ausbreitungsweg des Schalls. Hier

zeigen sich in der Praxis ingenieurmäßige Verfahren der neuen Schall 03 den aufwändigeren Verfahren von "Harmonoise" und "Imagine" überlegen.

Mi. 15:40 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Das Normungsvorhaben zur direkten Vermessung der Schienenrauheit

C. Eichenlaub^a und N. Meunier^b

^aAlstom LHB GmbH; ^bDeutsche Bahn AG, DB Systemtechnik

Die Schallemission von Eisenbahnfahrzeugen wird über einen weiten Bereich der Fahrgeschwindigkeiten von der Geräuschemission am Rad-Schiene-Kontakt bestimmt. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass diese durch die Gesamtemplicitude der Oberflächenrauheiten von Rad und Schiene und ihre spektrale Verteilung festgelegt wird. Um den Einfluss des Fahrzeuges bei der Messung von Schienenfahrzeuggeräuschen zu minimieren, geben die technischen Spezifikationen für Interoperabilität (TSI's) Obergrenzen für Schienenrauheiten des Referenzgleises an, bis zu der Typtests durchgeführt werden können. Im Bezug auf diesen TSI's wurde festgestellt, dass das in der Norm "DIN EN ISO 3095:2005-11 Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen" beschriebene Mess- und Auswerteverfahren der Schienenfahrflächenrauheit genauer und ausführlicher spezifiziert werden muss. Zu diesem Zweck wurde von dem europäischen Komitee für Normung (CEN) TC 256, WG 3 2005 im Auftrag der europäischen Kommission ein Normentwurf erarbeitet, der Datenerfassung und -verarbeitung regeln soll. Der Vortrag stellt diesen Normentwurf vor.

Mi. 16:05 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Die Neufassung der DIN EN ISO 3381 zur Geräuschemessungen in spurgebundenen Fahrzeugen

F. Krüger^a und C. Eichenlaub^b

^aSTUVA e.V.; ^bAlstom LHB GmbH

Die Norm *Geräuschemessungen in spurgebundenen Fahrzeugen* (ISO 3381:2005); *Deutsche Fassung EN ISO 3381:2005* regelt zukünftig die Erfassung von Schienenfahrzeug-Innengeräuschen. Gegenüber der Ausgabe von 1975, dem Entwurf der Neufassung von 2001 und der DIN 45638 ist die neue Norm umfangreicher und präziser. Neben einzelnen Änderungen der Messgrößen und Messprozeduren enthält die neue Norm eine erheblich erweiterte Beschreibung der einzuhaltenden Randbedingungen um die Sicherheit des Messergebnisses

zu verbessern. Durch die Festlegung eines Mindeststandards des zu befahrenden Fahrweges wird der Einfluss nicht zum Fahrzeug gehörender Nebenbedingungen gegenüber älteren Messvorschriften minimiert. Im Vortrag werden die wesentlichen Inhalte dargestellt sowie Vergleiche zu älteren Vorschriften gezogen.

Mi. 16:30 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Die Neufassung der DIN EN ISO 3095 zur Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen

C. Eichenlaub^a und F. Krüger^b

^aAlstom LHB GmbH; ^bSTUVA e.V.

Die Norm *Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen (ISO 3095:2005)*; *Deutsche Fassung EN ISO 3095:2005* regelt zukünftig die Erfassung von Schienenfahrzeug-Aussengeräuschen. Bei dieser Neufassung der Norm wurde besonderer Wert darauf gelegt, einen Mindeststandard des zu befahrenden Fahrweges festzuschreiben, um die Abhängigkeit des Messergebnis von Randbedingungen, die nicht zum Fahrzeug gehören, zu minimieren. Die Messungen sollen so verlässlichere Aussagen über das Messobjekt liefern. Darüber hinaus gibt es Änderungen und präzisere Vorgaben zu Messgrößen und Messprozeduren. Im Vortrag werden die wesentlichen Inhalte der Norm dargestellt sowie Vergleiche zur Ausgabe von 1976, dem Entwurf der Neufassung von 2001 und der DIN 45637 gezogen.

Mi. 16:55 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Ist die Straßenbahn im Gleisbogen zu laut?

U. Lenz

I.B.U. Ingenieurbüro Uderstädt + Partner

Straßenbahnen gelten allgemein als umweltfreundliches Verkehrsmittel, obwohl sie relativ hohe Schallimmissionen erzeugen. Dies gilt insbesondere für Gleisbögen, bei deren Durchfahrt spezielle Kurvengeräusche entstehen. Bei engen Bögen sind dies tonale Geräusche (Kurvenquietschen), die durch so genannte Stick-Slip-Effekte entstehen. In Bögen mit größeren Radien werden so genannte Zischelgeräusche durch das Spurkranzanlaufen erzeugt. Anlieger beschwerten sich regelmäßig über diese Geräusche. Durch verschiedene Maßnahmen wird versucht, die Geräusche zu minimieren. Bisher existiert kein Verfahren, mit dem eine vorhersehbare Reduzierung der Kurvengeräusche eintritt. In der Vergangenheit wurden bereits Forschungsvorhaben zur Minderung der Quietschgeräusche durchgeführt. Die

entwickelte Maßnahmen führen nur teilweise zur erhofften Pegelreduzierung. Bei der Stadtbahn Bielefeld wurden Versuche zur Reduzierung der Zischelgeräusche durchgeführt. Im Rahmen eines im Sommer 2005 angelaufenen Forschungsvorhabens wird die Thematik der Kurvengeräusche in vielfältiger Hinsicht neu aufgegriffen.

Mi. 17:20 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Die Klimaanlage eines Reisezuges - Prognose und Messung

F. Nentwich

Liebherr Transportation Systems

Das Innengeräusch eines Doppelstockwagens soll die Fahrgäste nicht belästigen. Hier geht es speziell um das Innengeräusch zufolge der Klimaanlage. Ihre Akustik wird von Anfang an in die Konzeption der Reisezuggarnitur eingebunden. Dadurch gelingt es, ihr Innengeräusch dezent im Hintergrund der Wahrnehmung zu halten. Ein einfaches Modell beschreibt die Entstehung des Schalls an den Lüftern, die Dämpfung im Kanalsystem und die Ausbreitung im Fahrgastraum. Die Schallausbreitung wird längs der einzelnen Transferpfade nachvollzogen. Am Ohrpunkt werden die Schalldruckanteile zum Gesamtgeräusch zusammenaddiert. Damit gewinnt man eine Prognose der Orts- und Spektralverteilung des Schalldrucks. Zusätzlich erhält man eine Diagnose des dominanten Übertragungspfades, also die effektivste Stelle für einen eventuellen konstruktiven Eingriff. Nach Bau der ersten Waggongarnitur erfolgt die Validierungsmessung. Zum einen wird die Prognose der Messung gegenübergestellt. Zum anderen werden die Annahmen messtechnisch hinterfragt: Der Absorptionsquerschnitt, das Ausbreitungsgesetz und die akustische Kopplung werden experimentell bestimmt. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Verfeinerung des Modells ein.

Mi. 17:45 SN 19.2

Schienenfahrzeuge I

Lokalisierung hochliegender Schallquellen an Schienenfahrzeugen

B. Kamp^a, C. Eichenlaub^b und L. Krüger^a

^aRücker GmbH; ^bAlstom LHB GmbH

Bei Schienenfahrzeugen erhalten hochliegende Schallquellen zunehmend Bedeutung, da übliche Schallschutzwände den Schalleintrag in die Umgebung kaum mindern können. Dementsprechend wird die nächste Ausgabe der Schall 03 die Geräuschemission von Schienenfahrzeugen in bis zu drei verschiedenen Quellhöhen auflösen. Um die Schallabstrahlung im oberen

Bereich von Fahrzeugen näher kennenzulernen, wurde mit einer akustischen Kamera die lokale Verteilung der Schallabstrahlung eines fahrenden elektrischen Triebzuges untersucht. Dabei wurde besonders das Umfeld des Stromabnehmers und die Bedeutung hochliegender Traktionsausrüstungen betrachtet. Im Vortrag werden Ergebnisse von Fahrten mit mittleren Geschwindigkeiten gezeigt, wie sie im städtischen Umfeld häufig vorkommen und eine Bewertung von Schallminderungsstrategien gegeben.

Mi. 8:30 SN 19.3

Music Processing

Music processing in der Kognitiven Musikwissenschaft

U. Seifert, L. Schmidt und K. Neubarth

Musikwissenschaftliches Institut der Universität zu Köln

Music processing wird in der Musikforschung als Kognitive Musikwissenschaft ('cognitive musicology') und als rechnergestützte Musikwissenschaft ('computational musicology') realisiert. Die Kognitive Musikwissenschaft adaptiert das komputationalistisch-kognitionswissenschaftliche Forschungsparadigma. Sie untersucht daher die dem menschlichen music processing unterliegenden Strukturen, Prozesse und Mechanismen. Die sich auf Konzepte und Methoden der Informatik stützende computational musicology beschäftigt sich u. a. mit der künstlerischen Mensch-Computer-Interaktion und der computergestützten Musikanalyse. Beide in der Kölner Musikwissenschaft vertretenen Ansätze eröffnen neue musikwissenschaftliche Frage- und Problemstellungen sowie Reformulierungen traditioneller musikwissenschaftlicher Fragestellungen. Drei Problemkomplexe Kognitiver Musikwissenschaft sollen exemplarisch skizziert werden. Die alte Fragestellung "Quid sit musica?" wird als Frage nach der Erlernbarkeit von Musik reformuliert. Dies geschieht unter Bezug auf die grundlegenden Ergebnisse Golds zur Erlernbarkeit formaler Grammatiken bzw. Sprachen in Verbindung mit der Annahme eines Musikvermögens. Die Methodologie Kognitiver Modellierung stellt ein grundlegendes Desiderat der Hör- und Musikforschung dar. Sie soll im Kontext von Valiants 'neuroidal model' problematisiert werden. Im Kontext des Forschungsprojektes SFB/FK 427 C10 "Künstlerische Interaktivität in hybriden Netzen", das sich der künstlerischen Mensch-Computer-Interaktion im Kontext Neuer Medien ('artificial life art', 'robotic art', 'interactive audio programming') widmet, wird der Möglichkeit einer 'embodied cognitive science of music' nachgegangen, die ebenfalls zu diskutieren wäre.

Mi. 8:55 SN 19.3

Music Processing

Analysis/Synthesis of transients in audio signalsF.X. Nsabimana und U. Zölzer*Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg*

Sinusoidal modeling (SM) is a technique, which represents an audio signal as a sum of sinusoids with time varying frequency, amplitude and phase. An extension of this spectral modeling takes into account that the signal is composed by a deterministic (the sinusoidal part of the signal) and a stochastic part. In this model the non-periodic components (stochastic part) will be obtained by filtering white noise with the spectral envelope of a residual signal (error signal). The Sinusoids + Transients + Noise model (STN) to be presented in this paper splits the stochastic part of the signal into noise and transients. This model proposed by T.Verma and T.H.Y.Meng uses the duality between time and frequency domain to track transients. Since transients are impulsive signals in the time domain, they will be mapped to sinusoidal signals in the frequency domain. Such a mapping will be provided by a discrete cosine transform (DCT). Although this model tracks most transients in the residual signal, it fails at tracking transients which occur near to the end of a DCT block. We improve the model by increasing the frequency resolution of the DCT domain signal and are thus able to detect and model transients in audio signals.

Mi. 9:20 SN 19.3

Music Processing

Zur Differenzierbarkeit von MusikinstrumentenH. Löschke*Institut für Musikinstrumentenbau Zwota*

In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Dresden wurden am Institut für Musikinstrumentenbau Zwota psychoakustische Merkmale auf ihre Eignung untersucht, Musikinstrumente anhand von gespielten Solomusikstücken zu unterscheiden. Ziel war es ein System zu entwerfen, welches aussagekräftige Merkmalssätze aus digital aufgezeichneten Anspielen extrahieren kann. Dazu wurden bekannte psychoakustische Merkmale, wie die Lautheit und die Schärfe, verwendet, sowie weitere, wie das Volumen, abgeleitet und spezifiziert. Zunächst konnten nur Gitarrenaufnahmen systematisch untersucht werden, weitere Instrumentengruppen sind jedoch in Vorbereitung.

Allein durch die spektralen Merkmale Lautheit, Volumen und Schärfe konnten Raum- und Spielereinfluss auf die Aufnahmen sehr gut identifiziert werden. Die Unterschiede zwischen einzelnen Instrumenten lagen in diesen Merkmalen deutlich unter den von Raum und Spieler verursachten Differenzen, eine generelle Unterscheidung ist trotzdem relativ sicher möglich. Der Vergleich mit speziell angelegten Hörversuchen muss nun zeigen, wie groß die tatsächlich wahrnehmbaren Unterschiede sind.

Bemerkenswert bleibt die Abhängigkeit der Merkmale von Raum und Spieler, die keineswegs linear zu sein scheint, denn Relationen der Instrumente untereinander bleiben, entgegen den Erwartungen, bei Veränderung dieser Parameter nicht zwangsläufig erhalten. Erneut wird bei Betrachtung dieser Merkmalsabhängigkeiten die Frage aufgeworfen, ob Beurteilungen von Instrumenten durch wiederholtes Anspielen und Anhören von Experten eine sichere Klassifikation von Instrumenten erlauben.

Mi. 9:45 SN 19.3

Music Processing

Perkussivität von Klängen als neues Merkmal zur Klassifikation von Musik-Genres

J. Skowronek und M. McKinney

Philips Research Laboratories Eindhoven

Die automatische Klassifizierung von Audio- und Musik-Signalen kann als Kernsystem für verschiedene Anwendungen (z.B. Datenbank-Suche) dienen. Gegenwärtige Musikklassifikationsalgorithmen basieren gewöhnlich auf rein signalbeschreibenden Parametern. Jüngere Ansätze jedoch konzentrieren sich auch auf die Extraktion von musikalischen Beschreibungen des Signals, wie z.B. Tonart oder Tempo.

Die hier vorgestellte Studie beschäftigt sich mit der Perkussivität von Klängen als ein solches musikalisch basiertes Merkmal, welches mit dem Konzept der Klangfarbe (Timbre) verbunden ist. In dieser Studie führten wir Experimente zur Musikklassifikation durch, in denen die Perkussivität als Klassifikationsmerkmal benutzt wurde. Im Mittelpunkt der Experimente stand ein zweistufiger Algorithmus, der a) zunächst einzelne Segmente aus dem Eingangssignal extrahiert und deren Perkussivität schätzt, und b) anschliessend einfache Statistiken dieser Perkussivitätsschätzungen für das gesamte Eingangssignal berechnet. Diese Informationen wurden für die eigentliche Musikklassifikation verwendet.

Der Konferenzbeitrag wird die Grundzüge des Algorithmus erläutern sowie die Resultate der Experimente vorstellen und diskutieren.

Mi. 10:10 SN 19.3

Music Processing

Temporal audio features for timbre and genre discrimination

A. Ultsch

AG Datenbionik, Philipps-Universität Marburg

In the MusicMiner project we developed a system for organizing large collections of music with databionic mining techniques. Low level audio features are extracted from the raw audio data on short time windows during which the sound is assumed to be stationary. The resulting down sampled time series are aggregated to form a high level feature vector describing the music. We introduced the systematic use of temporal statistics for aggregation. From the huge set of features a small subset was selected to model timbre distance according to a carefully designed ground truth dataset. The feature vectors are used to discover emergent structures in collections of music by visualization with Emergent Self-Organizing Maps. The MusicMiner is freely available and offers intuitive browsing of large music collections based on the paradigm of geographic maps. In addition to timbre discrimination, the features can also be used for genre classification, or other musical description given enough ground truth data to model the perceptual notion of similarity with distances of feature vectors. We report on the latest results of utilizing the MusicMiner features for timbre and genre discrimination on several large datasets in comparison to previously proposed features.

Mi. 14:00 SN 19.3

Music Processing

Rhythmusbasierte Audiomerkmale und Anwendungen in der Musikererkennung

F. Kurth, T. Gehrmann und M. Müller

Universität Bonn

Die Beschreibung von Audiosignalen durch Merkmale mit zeitlich lokalem Bezug ist in vielen Anwendungen im Bereich des Music Information Retrieval von großer Bedeutung. Meist kommen hier spektrale Merkmale zum Einsatz, die etwa die Harmonizität, die Tonhöhe oder die Klangfarbe des Signals an einer Zeitposition beschreiben. In unserem Beitrag stellen wir demgegenüber eine neue Klasse von Signalmerkmalen vor, die in Anlehnung an den musikalischen Rhythmusbegriff entworfen wurde. Genauer beinhaltet jedes solche Merkmal für den betreffenden

Signalausschnitt eine Schätzung des lokalen Tempos, des Rhythmus sowie des Metrums. Hierbei übertragen wir das aus dem Bereich der tonhöhenbasierten Merkmale bekannte Konzept der Chromaklassen auf den Tempobereich. Als Anwendung zeigen wir, wie diese rhythmusbasierten Merkmale zur Erkennung zeitlich skalierten Audiosignale eingesetzt werden können, wobei ein höherer Grad an Robustheit erreicht wird, als bei bislang vorgeschlagenen Verfahren.

Mi. 14:25 SN 19.3

Music Processing

Audio Matching für Ähnlichkeitsbasierte Musiksuche

M. Müller, F. Kurth und M. Clausen

Universität Bonn

Inhaltsbasierte Analyse und Retrieval von Musikdokumenten stellen seit einigen Jahren einen sehr aktiven Forschungsbereich dar. In diesem Kontext hat das 'query-by-example' Paradigma viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Hierbei ist eine Anfrage an eine Musikdatenbank in Form eines Musikausschnitts gegeben. Das Ziel besteht dann darin, alle in der Datenbank enthaltenen Ausschnitte zu bestimmen, die der Anfrage in gewisser, semantisch sinnvoller Weise ähneln. Das Problem der ähnlichkeitsbasierten Suche stellt insbesondere für als Wellenform gegebene digitale Audiodaten ein schwieriges und noch in vielen Teilen ungelöstes Forschungsproblem dar. In diesem Beitrag stellen wir das Problem des sogenannten Audio Matchings vor. Ausgangspunkt ist hier eine große Musikdatenbank, die typischer Weise mehrere verschiedene CD Aufnahmen desselben Musikstücks enthält, wobei jede solche Aufnahme von unterschiedlichen Interpreten und in eventuell verschiedenen Besetzungen eingespielt wurde. Ist nun die Anfrage in Form eines kurzen Audioausschnitts einer bestimmten Interpretation gegeben, so sollen automatisch alle entsprechenden Ausschnitte in den anderen Interpretationen gefunden werden. Zur Lösung dieses Problems führen wir eine neue Klasse statistischer Chromamerkmale ein. Diese Merkmale korrelieren stark mit dem Harmonieverlauf des zugrundeliegenden Musikstücks und sind hochgradig invariant bezüglich Änderungen von Parametern wie Dynamik, Klangfarbe, Artikulation sowie gegenüber lokalen Tempodeformationen. Wir beschreiben dann ein robustes Matchingverfahren, durch welches man globale Tempovariationen in den Griff bekommt. Schliesslich gehen wir auf unsere Experimente ein, die wir auf einem Datenbestand von mehr als 110 Stunden an CD-Aufnahmen klassischer Musik durchgeführt haben.

Mi. 14:50 SN 19.3

Music Processing

Self-learning Acoustic Feature Generation and Selection for the Discrimination of Musical SignalsB. Schuller und G. Rigoll*Technische Universität München*

Optimal features for the discrimination of musical signals are largely discussed. Herein we therefore present a self-learning approach to this problem based on time series analysis and evolutionary feature-space optimization. The feature basis is formed by a multiplicity of dynamic acoustic Low-Level-Descriptors as pitch, intensity, and spectral information. These are filtered and pre-processed with special respect to human perception. From hereon a systematic derivation of further contours and functionals by means of descriptive statistics takes place. The resulting high-dimensional space of static features is then optimized by combined sequential floating and genetic search. As learning function we apply Support Vector Machines, known for their high performance within this task. In order to allow more flexibility we integrate alteration and combination of attributes by mathematical operations. Applicability of the proposed approach is demonstrated by extensive test-runs on large public databases of musical signals containing among others segments of drumbeats, a cappella singing, or multi-instrumental phrases. Outstanding performances can be reported for the discrimination of the signal type out of a stream.

Mi. 15:15 SN 19.3

Music Processing

Audio Effect Applets for Music ProcessingM. Guillemand, C. Ruwwe und U. Zoelzer*Helmut-Schmidt-Universität Hamburg*

Nowadays the increasing availability of inexpensive computer power allows the possibility to create new educational tools for music processing. In this report we investigate the development of a java-based learning platform for digital audio effects. The main purpose of this framework is to provide a software environment easy to use, and designed for a first insight into the perceptual experience with basic signal processing concepts.

Among the multiple technologies that can be used for implementing this tool, we look for the one that better fits the criteria of easiness in implementation, usage, and deployment. An important aspect we consider is to avoid platform dependencies, allowing to reach a maximum number of potential users. We explain the

reasons for selecting a java-based solution, and how this option fulfills the special constraints we have for this framework.

In this report we will shortly explain two aspects of the implementation decisions. On the one hand, an important goal is to provide a simple to use graphical user interface, that presents nevertheless the main relevant parameters for a particular audio processing algorithm. On the other hand, we explain the acoustic aspects of the algorithmic implementations, focusing in particular on the well known fast convolution routine.

Mi. 15:40 SN 19.3

Music Processing

Parametric Recursive Higher-Order Shelving Filters

M. Holters und U. Zölzer

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Recursive shelving and peak filters are commonly used in audio equalization. Their main characteristic is to amplify or attenuate a certain frequency band by a given gain, while leaving signal components outside the respective band unaltered. For parametric equalizers, it is desirable to have a filter structure that allows for easy and independent adjustment of the width and center frequency of the respective band, as well as of the gain in that band. For a long time, such parametric structures were known only for first-order high and low shelving filters and second-order peak filters. Recently, Keiler proposed a structure that allowed independent control of gain for second-order high and low shelving and fourth-order peak filters.

In this paper, we present a filter design for arbitrary-order shelving filters, as well as a suitable parametric filter structure. The design is based on analog Butterworth low pass filters yielding low shelving filters, decomposed such that the gain can be easily adjusted. Transformation to the digital domain and denormalization of the cut-off frequency is performed, keeping gain and cut-off frequency independently controllable. Finally, from the resulting low shelving filter we obtain mid shelving (peak) filters and high shelving filters using a simple manipulation, providing the desired parametric filter structure.

Mi. 16:05 SN 19.3

Binaurales Hören II

Auswertung binauraler Erregungsmuster zur Untersuchung auditiver räumlicher EigenschaftenW. Hess*Harman/Becker Automotive Systems*

Die Simulation der menschlichen auditiven Wahrnehmung durch ein Lokalisations-Modell liefert als Ergebnis vier Dimensionen: Die (i) binaurale Aktivität und deren (ii) Auslenkung auf der Lateralisationsachse, (iii) Verhalten über die Zeit und die (iv) Verteilung über die auditorischen Bänder. Eine Simulation der Meßdaten, die mit einem Kunstkopf in einem Raum erfaßt wurden, erlaubt die Visualisierung der statischen Raumimpulsantwort zur Detektion von Reflektionen und deren Intensität, abhängig vom Einfallswinkel (Azimuth). Eine dynamische Visualisierung mit einer speziellen Testsequenz, gefaltet mit der Raumimpulsantwort, ermöglicht eine Langzeitanalyse und eine zeitliche Mittelung zur Untersuchung von auditiven räumlichen Eigenschaften. Ausgehend von Ergebnissen psychoakustischer Versuche kann gezeigt werden, daß eine Anpassung des zeitlichen Verhaltens des binauralen Modells an die menschliche Wahrnehmung notwendig ist.

Mi. 16:30 SN 19.3

Binaurales Hören II

Die Auswahl binauraler Cues bei der Quellenlokalisierung: Motivation und ExperimenteC. Faller*EPFL*

Kürzlich wurde ein binaurales Modell zur Quellenlokalisierung in Schallfeldern mit mehreren Schallquellen vorgestellt (Faller und Merimaa, 2004). Gleichzeitig aktive Quellen und Reflexionen haben den Effekt, dass die binauralen Differenzen an den Ohren des Hörers oft nicht mehr direkt die Richtung der Quellen bestimmen. Der Wert der binauralen Differenzen ist das Resultat von Superpositionen von den verschiedenen Quellen und Reflexionen. Der hier vorgestellte Ansatz geht davon aus, dass die binauralen Differenzen nur an den Zeitpunkten benutzt werden, wenn sie die Richtung einer Quelle richtig bestimmen. Diese Zeitpunkte werden mit Hilfe der Kohärenz bestimmt, die laufend berechnet wird. Verschiedene Simulationen mit dem Modell werden vorgestellt. Dazu gehören Szenarien mit gleichzeitig aktiven Sprachsignalen und klassische Precedence Effekt Experimente.

Mi. 16:55 SN 19.3

Binaurales Hören II

Akustik und Psychoakustik des Oldenburger HörthronsB. Kollmeier*Medizinische Physik, Universität Oldenburg*

Als Mischung aus Wissenschaft, Kunst und Technik wurde vor dem Oldenburger "Haus des Hörens" ein Hörthron entworfen und konstruiert, dessen zwei Edelstahl-Exponentialtrichter (Durchmesser: ein Meter, untere Grenzfrequenz: 150 Hz) den Umgebungs-Schall auffangen und über eine Rohrleitung zu den Ohren des Benutzers führen. Aufgrund der Schallpegelanhebung am Ohr des Benutzers (erwartet: 14 dB Anhebung) sowie aufgrund des größeren "effektiven" Ohrabstandes (erwartet: Faktor 10) können mit dieser Anordnung entfernte Schallquellen nicht nur wesentlich lauter wahrgenommen werden, sondern auch nach Art einer "Richtungslupe" schärfer geortet werden. Der mit dieser Anordnung theoretisch erzielbare Hörgewinn wurde im Rahmen eines Blockpraktikum-Versuchs von Studierenden-Gruppen sowohl physikalisch als auch psychoakustisch nachgemessen. Aufgrund der für einen derartigen "Freifeld"-Versuch üblichen praktischen Limitationen (z. B. Lärm der benachbarten Autobahn, Wettereinflüsse) konnte die erwartete Erhöhung der Winkel-Auflösung um den Faktor 10 psychoakustisch nicht erreicht werden. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die verschiedenen Versuchs-Paradigmen, die mit dem Hörthron möglich sind und bisher erfolgreich erprobt wurden, um Studierende mit einem anschaulichen und ästhetisch attraktiven Versuchsaufbau für die Akustik zu begeistern.

Mi. 17:20 SN 19.3

Binaurales Hören II

Untersuchungen zum Einfluss des Wachstums der Pinna auf die HRTFJ. Fels*RWTH Aachen, Inst. f. Technische Akustik*

Im Laufe des Wachstums vom Kleinkind bis ins hohe Alter ändert sich das Ohr in seiner Größe und Form kontinuierlich. Auf der DAGA 2005 wurden die wichtigsten Parameter, die einen Kopf und Torso beschreiben, auf ihre Auswirkung auf die Außenohrübertragungsfunktion (Head-Related Transfer Function - HRTF) hin untersucht. Dabei stellten sich einige Parameter als sehr signifikant heraus - andere Parameter zeigten aber nur wenig Einfluss auf die HRTF.

In diesem Beitrag wird der Einfluss speziell der Ohrmuschel näher diskutiert. Anhand eines parametrischen Modells wird der Einfluss von Ohrlänge und -breite, die Breite, Länge und Tiefe der Cavum Conchae, sowie der Winkel des Ohres zum Kopf untersucht. Die Maße der Ohrparameter variieren hierbei von Daten von sechs Monate alten Kindern bis hin zu Daten von 18-Jährigen. Der Einfluss der einzelnen Ohrparameter auf die HRTF und somit auch auf das binaurale Hören wird mittels Simulation mit der Boundary Element Methode berechnet.

Des Weiteren wird der Einfluss der geometrischen Daten auf die ITD (interaural time difference) und auf die ILD (interaural level difference) näher beleuchtet. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse ist es nun möglich, bei der zukünftigen Entwicklung von Kinderkünstköpfen oder auch Erwachsenenköpfen auf besonders wichtige geometrische Daten gezielt Rücksicht zu nehmen.

Mi. 17:45 SN 19.3

Binaurales Hören II

Kombination beidohriger und frequenzübergreifender Verarbeitung im Freifeld.

B. Epp und J. Verhey

Universität Oldenburg, Graduiertenkolleg Neurosensorik

Wie das visuelle System die Umwelt in visuelle Objekte (z.B. Tisch oder Stuhl) einteilt, ist auch das Gehör in der Lage, seine Umwelt in auditorische Objekte zu ordnen. Ein auditorisches Objekt kann etwa eine Schallquelle im Raum sein. Der Schall natürlicher Schallquellen, wie beispielsweise Sprache, weist zudem häufig über Frequenzen hinweg gleiche charakteristische Pegelschwankungen auf, die zusätzlich zur Objekttrennung genutzt werden. Das letztere Merkmal der Komodulation verschiedener Frequenzkomponenten kann allein durch frequenzübergreifende Prozesse innerhalb eines Ohres (monaural) analysiert werden. Beim räumlichen Hören ist jedoch auch der Vergleich zwischen beiden Ohrsignalen wichtig (binaural).

In diesem Beitrag werden verschiedene räumliche Konstellationen von komoduliertem Störgeräusch und Nutzsignal mit dem Ziel untersucht, Aussagen über eine mögliche Interaktion der monauralen, frequenzübergreifenden und binauralen Verarbeitung

zu erlangen. Eine mögliche Dominanz eines der beiden Merkmale Komodulation und räumliche Position kann über die Abfolge monauraler und binauraler Prozesse im Gehör Aufschluss geben. Ein Teil der Messungen im Freifeld wird zur besseren Kontrolle der beidohrigen Parameter mit Kopfhörern wiederholt und mit den Freifeldmessungen verglichen.

Mi. 18:10 SN 19.3

Binaurales Hören II

Evaluierung des virtuellen Kopfhörers für die dynamische binaurale Synthese

J. Sokoll^a, T. Lentz^a und I. Assenmacher^b

^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*Rechen- und Kommunikationszentrum, RWTH Aachen*

Zur korrekten Wiedergabe binauraler Signale wird am Institut für Technische Akustik seit einiger Zeit die dynamische Übersprechkompensation verwendet. Dabei handelt es sich um ein Setup bestehend aus vier Lautsprechern, die für eine korrekte Kompensation eingesetzt werden. Mit einem Tracking System wird die Position des Zuhörers bestimmt und abhängig davon zwei der vier Lautsprecher angesteuert. Aufgrund der Kanaltrennungseigenschaften wird dieser Aufbau auch als virtueller Kopfhörer bezeichnet. Zur Simulation von virtuellen Quellen wird eine ebenfalls dynamisch arbeitende binaurale Synthese eingesetzt. Dieses gesamte System wurde nun evaluiert.

Als Startpunkt wurde zunächst eine 'ideale' statische Kompensation betrachtet, um einen Ausgangswert für die Kanaltrennungseigenschaften des dynamischen Systems zu ermitteln. Anschließend wurde die Übersprechdämpfung der dynamischen Anordnung gemessen. Das komplette System (dynamische Übersprechkompensation und Synthese) wurde dann mit Hörversuchen analysiert. Dabei wurden zum einen die Lokalisationsleistung bei rein akustisch dargebotenen Stimuli als auch bei einer Kombination von akustischen und visuellen Reizen untersucht. Diese Hörversuche wurde in einer CAVE, einer 5-seiten Projektionseinrichtung durchgeführt, in der der virtuelle Kopfhörer in Kombination mit stereoskopischen Bildern eingesetzt wird. In dieser Umgebung ist es möglich, virtuelle akustische Quellen mit einer optischen virtuelle Realität zu verbinden. Zudem wurde ein Vergleich von virtuellen und realen Quellen durchgeführt.

Mi. 8:30 SN 19.7

Psychoakustik

Erich Waetzmans Beiträge zur PsychoakustikA. Kohlrausch*Philips Research Laboratories Eindhoven*

In diesem Vortrag möchte ich über neue Ergebnisse des Projektes "Geschichte der Psychoakustik in Deutschland zwischen 1900 und 1950" berichten. In diesem Projekt beschäftige ich mich den Fragen, aus welchen etablierten Forschungsrichtungen die uns bekannten Psychoakustiker kamen, welche Anwendungsfragen psychoakustische Forschung stimuliert haben und welche Fachgesellschaften und wissenschaftlichen Zeitschriften das Forum für psychoakustische Diskussionen bildeten. Diesen Fragen möchte ich in meinem Vortrag anhand des Physikers Erich Waetzmans (1882-1938) nachgehen, der eine der zentralen Persönlichkeiten der Akustik in Deutschland war und u.a. Erwin Meyer, den späteren ersten Direktor des Dritten Physikalischen Institutes an der Universität Göttingen, zu seinen Schülern zählte. Sein Name ist z.B. mit der Herausgabe und Mitwirkung an zahlreichen physikalischen Handbüchern verbunden (Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik, 1929, Handbuch der Experimentalphysik, Teil Technische Akustik, 1934), wobei er sich besonders intensiv mit der sog. physiologischen Akustik (im heutigen Sprachgebrauch der Psychoakustik) beschäftigte. Schon 1912 verfasste er das Buch "Die Resonanztheorie des Hörens als Beitrag zur Lehre von den Tonempfindungen", mit dem er direkt an die Arbeiten von Helmholtz anschloss. Im Vortrag werde ich insbesondere auf seine Beiträge zur Theorie der Kombinationstöne sowie zur Messung der absoluten Hörschwelle eingehen.

Mi. 8:55 SN 19.7

Psychoakustik

Scheinwelten, Wirkwelten ... und die Wurzel der PsychoakustikJ. Blauert*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Univ. Bochum*

Erkenntnisse der Psychoakustik haben in letzter Zeit zunehmende Bedeutung in der Technik erlangt. Dabei kann oft beobachtet werden, dass die wissenschaftliche Psychoakustik überschätzt wird, indem von ihr Dinge erwartet werden, die sie nicht leisten kann. Andererseits wird die Psychoakustik aber auch unterschätzt, insbesondere indem sie als 'subjektiv' und somit als ein bisschen 'unsolid' angesehen wird.

Es wird der Aufgabe dieses Beitrages sein, den Standort der Psychoakustik im Konzert der empirischen Wissenschaften möglichst klar aufzuzeigen. Dabei wird auf eine stringent phänomenale, d.h. wahrnehmungs-bezogene Argumentation Wert gelegt. Beispiele aus dem Bereich der Virtuellen Umgebungen werden zur Verdeutlichung herangezogen.

Mi. 9:20 SN 19.7

Psychoakustik

Bewertung der 'Sound Quality' von alltäglichen Geräuschen

G. Notbohm, C. Hofbauer und A. Linnemeier

Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Düsseldorf

Im Unterschied zur Erfassung der "Sound Quality" von technischen Produkten ist die Bewertung von Geräuschen der alltäglichen Lebenswelt wenig untersucht.

In Laborversuchen beurteilten 113 Studenten/innen eine Auswahl von mehr oder weniger angenehmen Geräuschen und Tonfolgen von jeweils 30 s (Naturgeräusche, Musikausschnitte, technische und synthetische Geräusche) per Fragebogen (semantisches Differential und generelle Bewertungen). Alle Geräusche wurden mit dem gleichen Schallpegel ($L_{eq} = 73$ bzw. 83 dB(A)) dargeboten.

Aus einem Polaritätsprofil mit 26 Adjektivpaaren wurden 3 Faktoren ermittelt, die 70,35 % der Gesamtvarianz erklären: "emotionale Bewertung", "zeitliche Struktur" und "Tonhöhe". Der Faktor "emotionale Bewertung" führt zu ähnlichen Ergebnissen wie die generelle Einschätzung der Vp, dass ihr ein Geräusch "gefällt". Den beiden am höchsten bewerteten Geräuschen (Musikausschnitte "Mike Oldfield" und "Bach-Suite") wurde eine eher ruhige Zeitstruktur und gemäßigte Tonhöhe zugeschrieben, während die am negativsten erlebten Geräusche (Quietschen und synthetische Geräusche) als zeitlich strukturlos und in der Tonhöhe als "hoch-hell-schriill" erlebt wurden.

Der Schallpegel beeinflusst diese Bewertungen: Bei Darbietung mit 83 dB(A) nahmen die Wertungen bei den "positiven" Geräuschen deutlich ab, während die Veränderung bei den eher "negativen" Geräuschen weniger stark ausfiel.

Angesichts der Vielfalt möglicher Geräusche der Alltagswelt ist eine systematischere Analyse anzustreben, welche Faktoren zur Bewertung der Geräuschqualität beitragen.

Mi. 9:45 SN 19.7

Psychoakustik

Innenohrnonlinearitäten und frequenzübergreifende ProzesseS.M.A. Ernst und J.L. Verhey*Institut für Physik, Fak. V, Universität Oldenburg*

Viele psychoakustische Versuche zeigen eine Frequenzselektivität des menschlichen Gehörs. Allerdings konnten auch frequenzübergreifende Prozesse nachgewiesen werden. So kann die Maskierungswirkung eines schmalbandigen Maskierers an der Signalfrequenz ("signal centred band" SCB) deutlich verringert werden, wenn zusätzlich spektral weit entfernte Maskiererkomponenten ("flanking bands" FBs) dargeboten werden. Dieses ist jedoch nur der Fall, wenn die FBs und das SCB die gleichen Pegelschwankungen aufweisen, d.h. komoduliert sind. Der Effekt heißt dementsprechend "comodulation masking release" (CMR). Im letzten Jahr konnten Ernst und Verhey (DAGA 05, S. 567-568) einen solchen frequenzübergreifenden Prozess über einen spektralen Bereich bis zu vier Oktaven nachweisen. Ein Teil des Effektes konnte durch ein Modell nachgebildet werden, welches lediglich die peripheren Nonlinearitäten (Suppression) berücksichtigte. In diesem Beitrag wird zum einen untersucht, ob CMR auch über einen noch größeren Frequenzbereich gefunden werden kann und wie CMR mit der Signalfrequenz zusammenhängt. Es konnte CMR über 6 Oktaven nachgewiesen werden, vorausgesetzt der Pegel des FB wurde entsprechend hoch gewählt. Auf Basis der neuen Daten werden die Möglichkeiten und Grenzen des Suppressions-Modells diskutiert. Außerdem wird untersucht, inwieweit das Modell sensitiv für die Anwesenheit unkorrelierter FBs ist.

Mi. 10:10 SN 19.7

Psychoakustik

Forward-Masked Intensity Discrimination: Evidence From One-Interval and Two-Interval TasksD. Oberfeld*Johannes Gutenberg - Universität Mainz, Psychologisches Institut*

Under non-simultaneous masking, the performance in an intensity discrimination task does not continually decline with increasing masker-standard level difference. The masker-induced elevation of the discrimination threshold is maximum if the level of the masker is about 30 dB higher than the level of the standard.

At even larger masker-standard level differences, intensity resolution improves again (mid-difference hump; Oberfeld 2003, 2005). Forward-masked intensity discrimination has been studied exclusively in two-interval (2IFC) tasks. In the present study, intensity resolution under forward masking was for the first time measured in both two-interval and one-interval (absolute identification) tasks for the same listeners. In the 1I procedure, either the standard or the standard-plus-increment was presented in each trial. Listeners decided whether the "soft" or the "loud" tone had been presented. In the 2IFC task, the effects of the masker were compatible with previous results. In the 1I task, there was again evidence for a mid-difference hump; intensity resolution closely followed performance in the 2IFC task. It can be concluded that the non-monotonic relation between the masker-standard level difference and intensity resolution is independent of the experimental procedure. The effect of the masker on bias in the 1I task and implications for models of intensity processing will be discussed. The talk will be given in German.

Mi. 14:00 SN 19.7

Psychoakustik

Entwicklung einer PC-basierten Softwareumgebung für psychoakustische Experimente

E. Meinhof und A. Lacroix

Institut für Angewandte Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Hörexperimente sind für Fragestellungen der Psychoakustik grundlegend. Hierbei ist es notwendig, verschiedene Schallsignale erzeugen zu können. Der Ansatz dieser Arbeit liegt in der Entwicklung einer universell einsetzbaren Experimentierumgebung, die alle für psychoakustische Untersuchungen wichtigen Signale erzeugen kann. Die Software auf der Basis von MATLAB ermöglicht mittels einer grafischen Benutzeroberfläche Schallsignale in beliebiger Kombination auszuwählen und zu erzeugen, um beispielsweise Maskierungsexperimente durchzuführen. Die Signale können im Zeit- und Frequenzbereich grafisch dargestellt werden. Die akustischen Parameter der Schallsignale lassen sich komfortabel variieren. Die Ausgabe der Schallsignale erfolgt über die Soundkarte eines PCs und wird der Versuchsperson mittels eines Kopfhörers dargeboten, welcher schallpegelkalibriert ist. Die Software, die durch ihre Modularität leicht erweiterbar ist, soll die Planung und Durchführung von psychoakustischen Untersuchungen vereinfachen. Durch das hohe Maß an Anschaulichkeit und Interaktivität eignet sich das Programm insbesondere auch zum Einsatz in der Lehre. Die Experimentierumgebung und ihre

Möglichkeiten werden in diesem Beitrag anhand von Beispielen vorgestellt.

Mi. 14:25 SN 19.7

Psychoakustik

Die Wirkung von Verkehrslärm auf kognitive Leistungen bei Kindern: Kann alltäglicher Verkehrslärm zu Nacheffekten führen?

H. Sukowski und A. Schick

Institut für Psychologie, Abteilung Umwelt und Kultur, Univ. Oldenburg

Lärm kann nicht nur unmittelbar während der Darbietung kognitive Leistungen beeinträchtigen, sondern Lärm kann unter Umständen auch dann noch wirken, wenn er bereits vorüber ist. Diese Wirkungen werden als Nacheffekte bezeichnet, und sie wurden, zumindest für Darbietungen bei hohen Pegeln, bereits nachgewiesen. Die Frage, ob Lärm nachwirken kann, ist auch im Zusammenhang mit den akustischen Bedingungen im Alltag von Schulkindern von großer Bedeutung. In einer Laborstudie wurde daher der Frage nachgegangen, ob auch alltägliche Straßenverkehrsgeräusche Nacheffekte hervorrufen, wenn Kinder schulähnliche Aufgaben bearbeiten. Außerdem wurde überprüft, welche Auswirkungen auf die Leistung vorliegen, wenn eine Aufgabe zweimal nacheinander unter einer Verkehrslärmbelastung durchgeführt wird. Die insgesamt 72 Kinder aus dritten Schulklassen bearbeiteten jeweils zweimal eine Leseaufgabe und im Anschluss daran einen Aufmerksamkeitstest (Durchstreichtest). Die Leseaufgabe wurde in einem Zwischengruppendesign unter vier verschiedenen Lärm-Kontroll-Bedingungen (Ruhe-Ruhe, Ruhe-Lärm, Lärm-Ruhe, Lärm-Lärm) durchgeführt, der Aufmerksamkeitstest immer in einer Ruhebedingung. Auf der Ebene von Mittelwertanalysen wurden zwar keine signifikanten Effekte nachgewiesen, die eindeutig das Vorhandensein von Nacheffekten bestätigten. In der Gruppe mit zweimaliger Lärmbelastung zeigten sich jedoch die größten Veränderungen von einem Durchgang zum anderen. Da sowohl Leistungsverbesserungen als auch Leistungsverschlechterungen auftraten, ist neben den Aspekten 'Lärmintensität', 'Lärmquelle' und 'Bearbeitungs- bzw. Belastungsdauer' auch der Einfluss von personalen Faktoren zu diskutieren.

Mi. 14:50 SN 19.7

Psychoakustik

Akustische Privatheit in Mehrpersonenbüros - Objektive und subjektive BewertungskriterienM. Peters^a und K. Stegmaier^b^a*TU Berlin, Institut für Technische Akustik;* ^b*Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH*

Die Konzentration einer, in einem Büro arbeitenden Person wird nicht unerheblich durch die akustische Umgebung am Arbeitsplatz beeinflusst. Durch diese Beeinflussung der Konzentration nimmt die Effektivität der Arbeit ab. Dies trifft besonders auf konzentrierte geistige Tätigkeiten nach VDI 2569 im Mehrpersonenbüro zu. Für jeden Mitarbeiter in einem Mehrpersonenbüro sollte deshalb ein Bereich um seinen Arbeitsplatz geschaffen werden, in dem der einzelne Mitarbeiter nicht jedes von seinen Kollegen verursachte Geräusch wahrnimmt. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird dieser Bereich mit "akustischer Privatheit" beschrieben. Im Rahmen dieses Vortrages sollen die erforderlichen subjektiven und objektiven Bewertungskriterien angesprochen werden.

Mi. 15:15 SN 19.7

Psychoakustik

Offenes und verdecktes Rehearsal von TonhöheC. Kaernbach^a und K. Schlemmer^b^a*Karl-Franzens-Universität Graz;* ^b*Humboldt-Universität zu Berlin*

In einem klassischen S1-S2 Paradigma wird überprüft, welchen Einfluß Rehearsal auf das Erinnern einer Tonhöhe hat. Es wurde eine Bedingung mit 0,5 s Pause und drei Bedingungen mit 6 s Pause zwischen Test- und Vergleichston getestet. Die drei letzteren Bedingungen unterschieden sich hinsichtlich der Rehearsal-Instruktion (kein Rehearsal, verdecktes Rehearsal, offenes Rehearsal). Es zeigt sich ein deutlicher Leistungsunterschied zwischen der 0,5-s Bedingung und den 6-s Bedingungen. Die drei Bedingungen mit 6 s Pause unterschieden sich hingegen kaum. Stimmaufnahmen während des offenen Rehearsals zeigten, daß Singfehler ein guter Prädiktor für spätere Urteilsfehler waren. Die Daten sind in Übereinstimmung mit einem Random-Walk-Modell des Gedächtnisses für Tonhöhe.

Mi. 15:40 SN 19.7

Psychoakustik

Ein Algorithmus zur Beschreibung der Ausgeprägtheit der Tonhöhe in Theorie und PraxisM. Fruhmann*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Die psychoakustische Größe 'Ausgeprägtheit der Tonhöhe' beschreibt die Deutlichkeit der nominellen Tonhöhe von Schallen im Sinne einer Sinus-Ähnlichkeit. Reine Sinustöne besitzen also die stärkste Ausgeprägtheit der Tonhöhe, wohingegen harmonisch komplexe Töne und rauschhafte Signale eine schwächere Ausgeprägtheit der Tonhöhe hervorrufen.

Basierend auf Ergebnissen zahlreicher Untersuchungen wird ein Algorithmus vorgestellt, der ausgehend von Lautheits-Tonheits-Zeitmustern eine entsprechende Berechnung vornimmt. Dabei werden sowohl spektrale als auch virtuelle Tonhöhen in die Berechnung miteinbezogen und die berechneten Muster geeignet zueinander gewichtet.

Als praktische Anwendung lässt sich die Ausgeprägtheit der Tonhöhe zur Geräuschbeurteilung heranziehen. Etablierte Methoden auf Basis physikalischer Messungen, z.B. beschrieben in DIN 45 681, sind zwar in der Lage einzelne tonale Komponenten innerhalb eines Geräuschs zu bewerten, die perzeptive Wirkung insbesondere des (harmonischen) Zusammenklings mehrerer Teiltöne kann somit jedoch nicht oder nur unvollständig nachvollzogen werden. Hier bietet sich die Ausgeprägtheit der Tonhöhe als Bewertungskriterium an um die tatsächliche Wahrnehmung adäquat zu beschreiben.

Im Vortrag werden anhand von Hörbeispielen sowie Versuchs- und Simulationsergebnissen die Möglichkeiten und Anwendungen des aktuellen Berechnungsverfahrens der Ausgeprägtheit der Tonhöhe aufgezeigt.

Mi. 16:30 SN 19.7

Psychoakustik

Vergleich von subjektiver und berechneter Tonhaltigkeit bei Geschalteten ReluktanzmaschinenS. Fingerhuth^a, K. Kasper^b, M. Vorländer^a und R. De Doncker^b*^aInstitut für Technische Akustik; ^bInstitut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, beides RWTH Aachen*

In dieser Arbeit wird die subjektiv bewertete Tonhaltigkeit mit einer berechneten Tonhaltigkeit verglichen. Als Geräuschquelle dienten Aufnahmen und synthetisierte Signale einer Geschalteten Reluktanzmaschine (GRM ca. 2.7kW) welche in mehreren

Arbeitspunkten mit unterschiedlichen Steuerungsansätzen betrieben wurde.

Die Geräuscentwicklung ist ein Nachteil dieses Maschinentyp, welcher ansonsten in vielerlei Hinsicht effizient und kostengünstig ist. Jeder Statorpol einer Geschalteten Reluktanzmaschine wird mit pulsartigem Strom gespeist. Vor allem beim Abschalten der Stromphasen entstehen impulsartige Kraftstöße am Stator, welche üblicherweise als deutlich hörbare (komplex harmonische) Töne abgestrahlt werden.

Die berechnete Tonhaltigkeit (nach DIN45681 von März 2005 und Prominence Ratio) und andere psychoakustische Größen wurden mit der mittels Hörversuchen gewonnenen subjektiven Bewertung der Tonhaltigkeit und der Geräuschqualität verglichen.

Mi. 16:55 SN 19.7

Psychoakustik

Über die Ruhehörschwelle abgelenkter Versuchspersonen S. Kerber

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Die Ruhehörschwelle wird üblicherweise in einer Umgebung bestimmt, in welcher der Proband von äußeren Einflüssen komplett abgeschirmt ist. Das ist keine natürliche Situation, wie sie dem Alltag, wo man immer durch zusätzliche Aufgaben von einer eigentlichen Höraufgabe abgelenkt ist, entspricht. In einer Versuchsreihe wurde daher versucht, die Probanden bei Messung der Ruhehörschwelle von der eigentlichen Höraufgabe durch verschiedene aus der Psychologie bekannte Tests (z.B. Stroop Test) abzulenken. Es ergibt sich eine große Diskrepanz zwischen subjektiv empfundener und objektiv messbarer Ablenkung bei den Personen, welche in diesem Beitrag diskutiert und mit anderen Studien verglichen werden soll.

Mi. 17:20 SN 19.7

Psychoakustik

Zu Unterschieden in der Hörereigniswahrnehmung bei Wellenfeldsynthese und Stereophonie im Vergleich zum natürlichen Hören

D. Wegmann^a und G. Theile^b

^a*Fh Oldenburg, Institut f. Hörtechnik&Audiologie;* ^b*Audio Systems and Engineering, IRT München*

Die Tonwiedergabe mittels Lautsprecherstereophonie unterliegt Gesetzmäßigkeiten, die sich von denen der Wellenfeldsynthese (WFS) grundsätzlich unterscheiden. Die Stereophonie basiert auf

dem Phänomen der Phantomschallquelle, mit der Wellenfeldsynthese wird hingegen versucht, das Schallfeld einer Realschallquelle in der Umgebung des Hörers originalgetreu zu reproduzieren, resultierend in einer virtuellen Quelle. Die Ohrsignalmerkmale, die eine Phantomschallquelle hervorrufen, unterscheiden sich deutlich von denen einer äquivalenten Realschallquelle. Die bekannten Summenlokalisationstheorien liefern für dieses Phänomen der gleichen Hörereignisse bei verschiedenen Ohrsignalen keine plausible Erklärung. Es tritt daher die Frage auf, ob die wahrnehmungsseitigen Prozesse, die ein Hörereignis hervorrufen, sich bei WFS und Stereophonie möglicherweise prinzipiell unterscheiden. Hierzu wurden Untersuchungen zur Wahrnehmung von Klangfarbenänderungen durchgeführt. Realschallquellen, virtuelle Quellen und Phantomschallquellen unterschiedlicher Hörereignisrichtung wurden dargeboten und bezüglich der Klangfarbe jeweils verglichen mit einer Referenzquelle. Unter anderem zeigte sich, dass die durch Pegeldifferenzstereophonie erzeugte Phantomschallquelle die geringste Klangfarbenänderung hervorruft und bei allen Wiedergabesystemen die auslenkungsbedingten spektralen Differenzen der Ohrsignale, die sich in Bezug auf die Referenz ergeben, sehr gut korrelieren mit den jeweils wahrgenommenen Klangfarbenänderungen. Für die Hörversuche wurde erstmals ein vollständig 'virtuelles' Versuchssystem verwendet, basierend auf binauraler Raumsynthese (BRS).

Mi. 17:45 SN 19.7

Psychoakustik

Modell der Hörbarkeit von zeitvarianten tonalen Komponenten vor komplexem Hintergrundgeräusch

W. Deutsch^a, A. Mors^b, A. Noll^a und H. Waubke^c

^a*Institut für Schallforschung;* ^b*ZF Friedrichshafen;*

^c*Österreichische Akademie der Wissenschaften*

Das Gehör weist hohe Empfindlichkeit für pegelschwache aber auditiv aufgelöste Spektralkomponenten auch bei Vorhandensein von starkem kovariantem Hintergrundgeräusch auf: sinusoidale Komponenten werden bereits bei geringen Pegelüberschüssen hörbar und maskieren im Frequenzbereich anliegende Spektralanteile in komplexen Signalen. Wenn tonale Komponenten kaum Modulation aufweisen, heben sie sich zusätzlich von einem rauen, stark modulierten Hintergrundgeräusch ab. Bei kurzzeitig stärkerem Hintergrundgeräusch werden tonale Komponenten wohl verdeckt, jedoch unterbricht die kurzzeitige Verdeckung durch das Hintergrundgeräusch die Kontinuität

nicht (Picket-Fence-Effekt). Der Picket-Fence-Effekt bleibt auch dann wirksam, wenn sich die tonalen Komponenten in der Tonhöhe kontinuierlich verändern (z.B. Sweep, FM). Schließlich begünstigen größere Frequenzabstände zwischen gleichzeitig und abwechselnd auftretenden Komponenten die Bildung getrennter auditiver "Streams". Stimuluskonfigurationen der beschriebenen Art finden sich z.B. drehzahlabhängig beim Auftreten von Getriebetönen eingebettet in KFZ-Motor- und -Innenraumgeräuschen. Das entwickelte Verfahren extrahiert die hörbaren tonalen Komponenten nach Irrelevanzbereinigung (Simultanverdeckung) und führt eine drehzahlgesteuerte Ordnungsanalyse durch, um die jeweils in Untersuchung stehenden Ordnungen zu identifizieren. Auf Ebene der Ordnungsspektren werden ferner perzeptiv relevante Zeitfenster für den Verlauf längerer Signale definiert. Dadurch werden Mittelwertbildung und Gewichtungen ermöglicht, die nicht den Einschränkungen der zeitvarianten Frequenzeffekte unterliegen. Die Ergebnisse konnten mittels einer empirisch ermittelten Funktion direkt auf unabhängig erhobene subjektive Qualitätsurteile von Experten auf einer Skala von 1 bis 10 abgebildet werden. Die weitere Evaluierung erfolgt durch Vergleich mit neuen Expertenurteilen und zusätzlichen Signalen.

Mi. 18:10 SN 19.7

Psychoakustik

Erforschung des Gehörs veranlasst fundamentale Korrekturen in Physik und Mathematik

E. Blumschein

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Weil ein auf der DAGA 2003 vorgestelltes reellwertiges Spektrogramm auf der Basis der Cosinus-Transformation die generelle Angemessenheit der komplexen Signalanalyse als fragwürdig erkennen ließ, war die Fachwelt ähnlich skeptisch wie gegenüber Seebeck, der 1844 Ohms Theorie berechtigt bezweifelt hatte. Inzwischen stellte sich heraus, dass ein zunächst nur im Zusammenhang mit der Hörfunktion aufgefallener Sachverhalt für die Physik insgesamt relevant ist: Zukünftiges kann man nicht nur nicht hören, es existiert einfach noch nicht. Auch in der Quantenphysik beruht Zeitsymmetrie offenbar auf einem mathematischen Irrtum. Billiger als die möglicherweise vergebliche Suche nach Supersymmetrien und mitunter auch sonst vorteilhaft ist ein Rückschnitt der Mathematik vom komplexen auf den verblüffenderweise völlig äquivalenten reellen Fall nur positiver Zeit. Dabei entfallen mehrfache Redundanz, die Willkür der linearen

Phase und Möglichkeiten sich zu irren. Beim Versuch, die Analyse mittels Cosinus-Transformation in IR+ sauberer und eleganter auszugestalten traten mengentheoretische Imperfektionen in den Grundlagen der Mathematik zutage. Sie beeinträchtigen die Analyse nicht, wurden aber trotzdem aufgeklärt. Es wird vorgeschlagen reelle Zahlen strikt von rationalen zu unterscheiden. Die Interpretation der nunmehr willkür- und redundanzfreien, mit der Physiologie übereinstimmenden und absolut kausalen biomimetischen Spektrogramme als Modell des Innenohrs ergab neue Einsichten. Sowohl die propagierenden als auch die gleichzeitig auf der Stelle rollenden Wanderwellen sind Epiphänomene lokaler Resonanz.

Mi. 8:30 PK 3.2

Sprachverarbeitung

Verkettung von parametrisierten Spracheinheiten auf Basis geschätzter Vokaltraktflächen

K. Schnell und A. Lacroix

Institut für Angewandte Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Die Generierung synthetischer Sprache wird in der Regel durch Verkettung von Spracheinheiten realisiert. Die Spracheinheiten können dabei durch ihre Zeitsignale oder mit Hilfe von Modellen des Sprechtraktes repräsentiert werden. Der Vorteil einer modellbasierten Repräsentation der Sprechereinheiten liegt in der Verfügbarkeit von Modellparametern, die für eine Modifikation des Sprachsignals besser geeignet sind als die Abtastwerte der Sprachsignale selbst. In diesem Beitrag wird als Sprechtraktmodell das verlustbehaftete Rohrmodell verwendet. Die Flächen des Rohrmodells stellen die Modellparameter dar, welche mittels eines Optimierungsalgorithmus' aus dem Sprachsignal geschätzt werden. Für die Verkettung gehen die Flächen der zu verknüpfenden Spracheinheiten ineinander über. Die Ergebnisse hängen dabei einerseits von den Modellparametern selbst, sowie dem gewählten Übergang ab. Daher werden in diesem Beitrag die Verkettungsergebnisse unterschiedlicher Modellparameter und Übergangsformen verglichen. Als Modellparameter eignen sich die Flächen oder daraus abgeleitete Größen; letztere lassen sich durch Anwendung einer bestimmten Funktion wie z.B. der Quadratwurzel oder des Logarithmus generieren. Als Übergänge werden lineare sowie nichtlineare Trajektorien der Modellparameter behandelt.

Mi. 8:55 PK 3.2

Sprachverarbeitung

Strukturen in SprachdatenkorporaT. Becker*Institut für Schallforschung Wien*

Sprachdatenkorpora stellen die Basis für die Generierung von Sprechermodellen dar, welche zur Sprecherdetektion genutzt werden. Sprecher werden durch Gaußsche Mischverteilungsmodelle (GMM) repräsentiert, mittels derer die Detektion aufgrund der Maximum Likelihood-Methode möglich ist. Basierend auf Merkmalsvektoren und Sprechermodellen können jedoch auch Distanzen berechnet und Strukturen in Sprachdatenkorpora durch hierarchisch-agglomerative Clusterverfahren ermittelt werden. Eigenschaften von Sprechern werden hierbei innerhalb der Strukturen als Cluster repräsentiert. Die Zuordnung von Sprechern ist nun auf allen Ebenen der Hierarchie möglich, so dass neben Ähnlichkeiten zu einzelnen Sprechern Gemeinsamkeiten mit Clustern aufgedeckt werden können.

Mi. 9:20 PK 3.2

Sprachverarbeitung

Die historische akustisch-phonetische Sammlung der TU DresdenR. Hoffmann und D. Mehnert*Technische Universität Dresden*

Die am Institut für Akustik und Sprachkommunikation der TU Dresden befindliche akustisch-phonetische Sammlung ist in den letzten Jahren erheblich ausgebaut worden, worüber zur DAGA 2004 bereits berichtet wurde. Der Anlass des vorliegenden Beitrags ist eine neuerliche, bedeutende Erweiterung durch Bestände aus dem Phonetischen Institut der Universität Hamburg, die im Jahre 2005 auf Grund einer Vereinbarung zwischen den beiden Universitäten in Form einer Dauerleihgabe erfolgte. Das Phonetische Institut geht auf das 1910 gegründete Phonetische Laboratorium am Seminar für Kolonialsprachen zurück, das nach dem Ende des deutschen Kolonialsystems in die 1919 gegründete Hamburger Universität eingegliedert wurde. Dort arbeiteten bedeutende Wissenschaftler wie Giulio Panconcelli-Calzia und Otto von Essen, an deren Wirken noch etwa 200 Sammlungsobjekte erinnern. Durch deren Einbeziehung in die Dresdner Sammlung ist es nun möglich, anhand der Kollektion die Entwicklung der Experimentalphonetik seit etwa 1900 bis zum Einzug der Prozessoren in die Gerätetechnik anhand von Seriengeräten und Einzelstücken zu verfolgen. Zugleich erfolgt dadurch

eine Dokumentation der Hamburger experimentalphonetischen Tradition auch über die beabsichtigte Schließung des dortigen Institutes hinaus.

Mi. 9:45 PK 3.2

Sprachverarbeitung

Low-delay frequency scaling based on fractional delay filters

T. Zukic und B. Hofer

Two Pi GmbH

A time domain method for pitch modification using a chain of equal fractional delay filters (e.g. allpass filters) is proposed. The system preserves harmonic ratios and allows continuous alteration of the scaling factor. Low processing delay suits real-time audio applications. Time-scale modifications can be implemented with resampling procedure added.

The two traditional approaches for frequency scale modification: phase vocoder and PSOLA (followed by a resampler) have both limitations when used in real-time applications. Phase vocoders offers high quality, but have a certain delay due to long FFT sizes required. PSOLA methods with resampling can have low delay, but cannot handle polyphone sounds (e.g. music or multiple speakers).

We have combined the methodology found in frequency warping with OLA techniques, achieving low processing delays of about 10 ms, very good perceptual quality for polyphone sounds and a wide range for continuously tunable frequency factor - we provide examples for 1% alternation, as well as 100% (transpose about one octave).

Due to its low delay property the algorithm is appropriate for use in fixed point DSP-based hearing-aid-like devices. In particular, the algorithm is implemented to support the anti-stuttering training. In this application, a small pitch change of perceived own voice helps the trained person to correct stuttering.

Mi. 10:10 PK 3.2

Sprachverarbeitung

Speaker and Listener Variations in Emotion Assessment

M. Grimm^a, K. Kroschel^a und S. Narayanan^b

^a*Universität Karlsruhe (TH)*; ^b*University of Southern California (USC)*

In this paper, we discuss both the speaker dependent and the listener dependent aspects in the assessment of emotions in speech. These dependencies form a basis to improve current emotion recognition systems as they can be applied in man-machine interaction, for instance.

For this task, an emotional speech database of the four emotion categories angry, happy, neutral, and sad, spoken by one professional and two non-professional speakers of American English was evaluated by several human listeners. For each of the 680 sentences, the evaluators were asked to rate the values of three emotion primitives valence, activation, and dominance, on a 5-point scale each.

The assessment results were used to calculate the distributions (centroids, covariances) of the emotion classes in the emotion space spanned by the three primitives. The individual classes formed separable clusters in the emotion space.

Based on these results, we analyzed the variations of the emotion clusters as a function of speaker and listener. For the different speakers we found that the main difference was the position of the neutral cluster, being closer to happy for one speaker, and closer to sad for others. For the different listeners we found that their assessments varied most with respect to the scaling of the emotions. While some evaluators perceived extreme emotion intensities, others gave only moderate ratings.

These findings can be used to calculate a baseline for emotion trackers, and to normalize emotion assessments adequately.

Mi. 14:00 PK 3.2 Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Lärmerzeugung und Lärmausbreitung bei der Umströmung einfacher Geometrien: Numerik und Experiment

S. Becker, M. Kaltenbacher, C. Hahn, M. Escobar und I. Ali
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Die Thematik der gewollten Erzeugung, der parasitären Entstehung und der Ausbreitung von Geräuschen gewinnt heutzutage in zunehmendem Maße an Bedeutung, nicht zuletzt da Lärm ein wesentlicher Stressfaktor in unserer industrialisierten Umwelt ist. Unter der Vielzahl von Lärmursachen stellt der "Strömungsinduzierte Lärm" eine besondere Herausforderung dar. Er ist schwierig zu beschreiben und zu kontrollieren, da die zugrunde liegenden physikalischen Phänomene sehr komplex und nur schwer zu quantifizieren sind. Trotz der großen Anstrengungen auf diesem Gebiet ist die Ursache der Lärmentstehung immer noch nicht voll erforscht. Daher sind genau definierte Grundlagenexperimente mit verschiedenen Messverfahren und einer hohen Genauigkeit, sowie der gleichzeitige Einsatz der numerischen Verfahren

von größter Bedeutung. Inhalt des Vortrages Grundlagenuntersuchungen zum tonalen Lärm bei der Umströmung eines rechteckigen Kreiszylinderstumpfs auf einer Platte und der breitbandige Lärm bei der Überströmung einer vorwärtsspringenden Stufe. Die experimentellen Arbeiten erfolgten im Aeroakustikwindkanal der Universität Erlangen-Nürnberg. Dabei wurden sowohl strömungsmechanische als auch akustische Größen sowie deren Korrelationen gemessen. Zusätzliche Parameter waren Geometrievariationen und der Reynoldszahleinfluss. Die numerischen Simulationen wurden mit der Simulationsumgebung FASTEST-3D/CFS++ durchgeführt, welche eine Kopplung der Strömungsmechanik und der Akustik im Zeitbereich auf unterschiedlichen Gittern erlaubt. Den Abschluss bildet der Vergleich Numerik und Simulation bei ähnlichen Randbedingungen.

Mi. 14:25 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Umströmungsgeräuschsimulation auf der Basis zeitlich hoch aufgelöster PIV-Meßdaten

T. Lauke, M. Herr und A. Schröder

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Die Lärmentstehung durch turbulente Strömungen über Oberflächen, insbesondere Kanten, ist auf Grund des zunehmenden Verkehrs beim Entwurf von Flug- oder Fahrzeugen von großer Bedeutung. Hinterkanten überströmende turbulente Grenzschichten sind dafür bekannt, intensiven Breitbandlärm sowie, im Falle stumpfer Hinterkantengeometrien, tonale Lärmannteile zu erzeugen. Durch Messungen in der turbulenten Grenzschicht einer ebenen Platte mit einem Hochgeschwindigkeits-PIV-System konnten nicht nur Einblicke in die zeitliche und räumliche Entwicklung der kohärenten Strömungsstrukturen in Hinterkantennähe, sondern auch zeitlich hoch aufgelöste Daten gewonnen werden, die sich nach einer Aufbereitung als Quelldaten für eine numerische Simulation der Schallabstrahlung eignen. Dazu wurden die Meßdaten zeitlich und räumlich interpoliert, in ihrem Frequenzgehalt modifiziert und für das Einlesen in den CAA-Code PIANO des DLR (ein hochgenaues Finite-Differenzen-Verfahren zur Lösung der linearen akustischen Störungsgleichungen auf einem körperangepaßten, blockstrukturierten Gitter) vorbereitet. Zur Vorhersage der Geräuscentstehung und -ausbreitung wurde der gestörte Lamb-Vektor $L' = \omega \times u - \overline{\omega \times u} = \vec{\omega}' \times \vec{u}_0 + \vec{\omega}_0 \times \vec{u}'$ berechnet, der nach den akustischen Analogien von Powell, Howe und Möhring den Hauptquellterm

der Wirbelstärke darstellt. In der abschließenden Analyse konnten Zeitsignale und Spektren der Simulation mit den Ergebnissen einer ebenfalls durchgeführten akustischen Messung qualitativ verglichen werden.

Mi. 14:50 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Akustische Windkanaluntersuchungen und numerische Simulationen an einem Hochauftriebsflügel

A. Kolb, P. Faulhaber, J. Zillmann, J. Reichenberger, M. Bouhaj, M. Schneider und M. Gruenewald

EADS Deutschland GmbH

Im Rahmen des laufenden Luftfahrtforschungsprogramms FREQUENZ (Forschung zur Reduzierung und Ermittlung des Quelllärms mittels Experiment und Numerik an Zivilverkehrsflugzeugen) werden lärmmindernde Maßnahmen mit numerischen Simulationen und Experimenten im Windkanal an einem modifizierten Hochauftriebsflügel untersucht. Die experimentellen Untersuchungen dienen zur Ermittlung von detaillierten aerodynamischen und aeroakustischen Parametern von Strömungsquellen an neuen Hochauftriebssystemen, insbesondere mit adaptiven Komponenten. Anhand dieser Messdaten und deren parametrischen Abhängigkeiten können numerische Simulationen validiert werden, um in Zukunft die Entwicklung lärmarmen Hochauftriebskomponenten in der Designphase zu ermöglichen. Die Reduzierung der Lärmemission von Verkehrsflugzeugen ist notwendig, um dem steigenden Fluglärm durch den kontinuierlichen Anstieg des Luftverkehrs entgegenzuwirken. Im vorliegenden Beitrag werden auszugsweise akustische Windkanaluntersuchungen an verschiedenen zwei-dimensionalen Hochauftriebskomponenten vorgestellt, die im aeroakustischen Windkanal des DLR in Braunschweig durchgeführt wurden. Die akustischen Untersuchungen an Hochauftriebssystemen wurden mit Fernfeldmikrofonen und im Modell integrierten Oberflächendruckaufnehmern durchgeführt. Das Quellgebiet wurde zusätzlich mit einem Mikrofon-Array zur Quelllokalisierung und Quellquantifizierung abgetastet. Die verschiedenen Modifikationen am Hochauftriebsflügel können somit auf ihre aerodynamische und aeroakustische Wirksamkeit bewertet und parametrische Abhängigkeiten bestimmt werden. Die, im Windkanal vermessenen, Hochauftriebskonfigurationen werden mit numerischen Simulationen verglichen und damit akustische Quellgenerierungsmodelle überprüft.

Mi. 15:15 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Experimentelle und numerische Untersuchung der strömungsinduzierten Schallentstehung an 3D-Geometrien auf OberflächenM. Zucchini und M. Fischer*Robert Bosch GmbH, Zentralabteilung CR/ARP3*

Die Schallemission bei der turbulenten Anströmung geneigter Oberflächen wird durch die Gegenwart von Objekten auf der Oberfläche verstärkt und verändert. So erhöht beispielsweise die Wechselwirkung des Scheibenwischers mit dem Fahrtwind an der Windschutzscheibe den Geräuschpegel im Inneren von Fahrzeugkabinen. Zur Weiterführung der bei der DAGA 2005 gezeigten Ergebnisse werden hier strömungsakustische Berechnungen mit Lattice-Boltzmann Verfahren für einen 3D-Testfall mit vereinfachten Scheibengeometrien durchgeführt. Die Ergebnisse aus der numerischen Vorhersage stellen wir Messungen (Laser-Doppler-Interferometrie, Hitzdrahtanemometrie) im eigenen aeroakustischen Windkanal gegenüber und diskutieren die Übereinstimmung zwischen Numerik und Experiment.

Mi. 15:40 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Simulation von strömungsinduziertem Lärm mit Hilfe des EIF-AnsatzesA. Schulze und O. Von Estorff*TU Hamburg-Harburg*

Die direkte numerische Simulation (DNS) von Schallentstehung und -ausbreitung durch Strömungen ist aufgrund hoher Unterschiede in den Längen- und Energieskalen des lärmerzeugenden, hydrodynamischen und strömungsinduzierten akustischen Feldes extrem rechenaufwendig. Alternativ kommen deshalb hybride Verfahren zum Einsatz, die unter vereinfachenden Annahmen eine Splittung des Lösungsgebietes ermöglichen und auf diese Weise die Disparitäten der verschiedenen Skalen zu bewältigen versuchen.

In dem Beitrag wird die "Expansion about Incompressible Flow" (EIF) -Methode nach Shen und Sorensen verwendet. Ausgehend von der Lösung des inkompressiblen viskosen Strömungsgebietes (erster Schritt) wird hierbei mittels eines expliziten Finite-Differenzen-Verfahrens das akustische Feld berechnet (zweiter Schritt). Dieses nichtlineare Verfahren wird anhand ausgewählter Beispiele vorgestellt und diskutiert. Insbesondere wird dabei

auf den Einfluss der gewählten Diskretisierung und auf den Einsatz eines numerischen Filters zur Stabilisierung des Verfahrens eingegangen.

Mi. 16:30 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Auswirkung auf die Aerodynamik durch akustische Maßnahmen an den Tragflächen

J. Ortmann und J. Wild

DLR Braunschweig Inst. AS

Während des Landeanfluges gehört die Slat-Hinterkante zu den größeren Lärmquellen eines großen modernen Verkehrsflugzeuges. Das Ziel der 'Vision 2020' ist es, den Lärm um 50% zu reduzieren. In akustischen Windkanalversuchen konnte gezeigt werden, dass bürstenähnliche Modifikationen an den Seitenkanten von Slat und Flap diesen Lärm deutlich reduzieren. Da aber die gesamte Slat-Hinterkante aufgrund der dort sehr hohen Geschwindigkeiten Lärm produziert, besteht die Idee, solche Bürstenhaare an der gesamten Hinterkante zu befestigen.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Auswirkungen auf die aerodynamischen Eigenschaften dieser Lärm reduzierenden Modifikationen. Mit Hilfe des Strömungsberechnungsverfahrens FLOWer ist der Einfluss von Länge, Durchmesser, Abstand und Form der Bürstenhaare dezidiert untersucht worden. Dieses Verfahren löst die RANS-Gleichungen unter Verwendung eines Turbulenzmodells auf blockstrukturierten Rechennetzen. Die sehr komplexe Strömung im Bereich der Bürstenhaare und deren Einfluss auf die Hochauftriebsströmung werden in dieser Arbeit aufgezeigt und analysiert. Die Ergebnisse zeigen eine sowohl aerodynamisch als auch akustisch viel versprechende Konfiguration auf.

Mi. 16:55 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Implementation of an Active Noise Control Loop to an Aerofoil in a Turbulent Airstream

T. Carolus, P. Tiawongsombat, C.-P. Fritzen und W. Richter

Universität Siegen, Fachbereich Maschinenbau

Acoustic noise from axial air fans is originated from unsteady forces on the blades. These forces are caused by a temporally and spatially transient (i.e., mostly turbulent.) airstream. To minimize the noise, these unsteady forces have to be decreased. The first feasibility study was carried with a single NACA 0012 aerofoil in a low turbulent wind tunnel and to simulate the unsteadiness

of the incoming air, the aerofoil was moved by a shaker in transversal direction. The resulting unsteady aerodynamic pressures on the aerofoil surface were measured on its surface employing Kulite miniature pressure transducers. Simulation took place as the first step to ensure the achievability of the control loop implementation. Two controller design approaches, Root Locus and Linear Quadratic Gaussian (LQG) control, were introduced and designed according to the attained mathematical model of the interesting system acquired by Identification method. The simulation outcomes of LQG controller were preferable. Therefore, LQG controller was chosen to be implemented in the test-stand. In the test results, at the interesting working frequencies, 50-100 Hz, the implemented control loop could perform a good control capability. Hence it can be concluded that the implemented controller was functional and could achieve the given objective assignment.

Mi. 17:20 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Hinterkantenlärm - Minderungskonzepte und Mechanismen

M. Herr

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Vor dem Hintergrund wachsender Herausforderungen auf dem Gebiet des Umströmungslärms moderner Verkehrsflugzeuge sollen im Rahmen der hier vorgestellten Studie Auslegungskriterien für lärmarme Tragflächen- hinterkanten erarbeitet werden. Das aeroakustische Hinterkantengeräusch an Auftriebsflächen stellt insbesondere während des Landeanfluges eine entscheidende Lärmkomponente dar, da in der Vergangenheit dominantere Lärmanteile wie beispielsweise der Triebwerkslärm mit Erfolg reduziert werden konnten.

Umfangreiche experimentelle Studien im Aeroakustischen Windkanal Braunschweig (AWB) dienten der Abschätzung des erzielbaren Lärminderungspotentials sowie der Identifizierung relevanter Geometrie- und Strömungsparameter. Als Minderungsmaßnahmen wurden vorrangig strömungsdurchlässige, kammförmige Abströmkanten eingesetzt, die als Nachrüstmaßnahmen für bestehende Flugzeugkomponenten in Frage kommen. Ebenso wurden verschiedene Hinterkantendicken hinsichtlich ihrer Schallabstrahlung untersucht. Im Ergebnis dieser Arbeiten konnte eine breitbandige Lärminderung von bis zu 10 dB an der Hinterkante erreicht werden. Neben einer Reihe von Einflussgrößen wie z.B. Flexibilität, Orientierung, Länge und Dicke der Kammstrukturen wurde vor allem deren Durchlässigkeit als entscheidender Entwurfsparameter ermittelt. Dies weist darauf hin,

dass der zugrunde liegende Reduktionsmechanismus in der viskosen Dämpfung turbulenter Geschwindigkeitsschwankungen zu suchen ist.

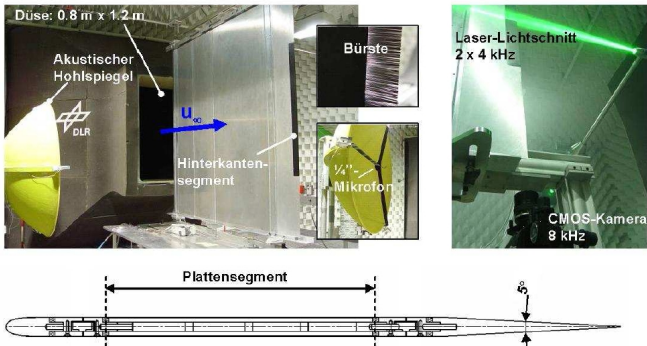


Abbildung: Versuchsanordnung im Aeroakustischen Windkanal Braunschweig (AWB).

Mi. 17:45 PK 3.2

Strömungslärm: Numerik u. Versuch

Konzeption und Inbetriebnahme eines aeroakustischen Freistrah-Windkanals

E. Sarradj^a und T. Windisch^b

^aBrandenburgische Technische Universität Cottbus; ^bGesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Im Beitrag wird über die Konzeption und Inbetriebnahme des aeroakustischen Freistrah-Windkanals im Fluidzentrum der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus berichtet.

Das Ziel der Auslegung dieses Windkanals war, eine hohe Strömungsgüte und ein extrem geringes Eigengeräusch bei gleichzeitig geringen Baukosten zu erreichen. Es wird zunächst auf die Konstruktion des Antriebs und der Schalldämpfer unter akustischen und strömungstechnischen Gesichtspunkten eingegangen. Anschließend werden die erreichten Leistungsparameter diskutiert und die Ergebnisse der Inbetriebnahmемessungen gezeigt.

Messtechnische Untersuchung der Schallentstehung an überströmten Strebenmodellen

A. Zeibig^a und T. Windisch^b

^aProfessur für Fahrzeugmodellierung und -simulation; ^bGesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Im Rahmen des Projektes Akusim erfolgte die Entwicklung von Methoden zur numerischen Simulation von überströmten Fahrzeugstrukturen. Für den Vergleich der verschiedenen numerischen Algorithmen und auch zur Validierung mit messtechnischen Untersuchungen wurden verschiedene Referenzobjekte festgelegt, u. a. eine überströmte Strebenstruktur, welche aus einem Halbzylinder mit angesetztem Heckdreikant bestand. Durch die Variation der Heckdreikantlänge konnten verschiedene Fälle der Umströmung und auch der Schallabstrahlung untersucht werden. In den numerischen Simulationen wurden zusätzlich zu den erwarteten strömungsmechanischen Mechanismen der KARMANschen Wirbelstrasse und der turbulenten Überströmung auch strömungsmechanisch-akustische Rückkopplungsphänomene prognostiziert. Diese Rückkopplung war besonders ausgeprägt für den Fall der auf den Zylinderdurchmesser normierten Heckdreikantlänge von $l/d=4$ und wurde auf einen Mechanismus zurückgeführt, der erstmals von ROSSITER am überströmten Hohlraum beschrieben wurde. Die Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen, welche in diesem Vortrag vorgestellt werden, bestätigten diesen Zusammenhang: Für den Fall $l/d=4$ konnte in den Spektren von Wanddruckschwankungen und Schalldruck zusätzlich zur Komponente der KARMANschen Wirbelstraße auch eine zweite Schwingungsform gefunden werden, welche mit der analytisch nach ROSSITER berechneten Schwingfrequenz korrespondiert. Das Auftreten der beiden verschiedenen spektralen Maxima ist stark abhängig vom Tripping der Grenzschicht und damit von der Anregung zusätzlicher Turbulenz. Anhand der Messergebnisse von Wanddruckschwankungen und Fernfeldschalldruck sollen diese Phänomene dargestellt und erläutert werden. Auch die Ergebnisse von Korrelationsuntersuchungen, welche in diesem Vortrag präsentiert werden, bestätigen die Existenz zweier parallel ablaufender Quellmechanismen. Zur Bestimmung der Lage der Quellgebiete wurden Arraymessungen eingesetzt.

Mi. 8:30 PK 3.3

Kavitation

Kavitation - der dominierende sonochemische Effekt in der Verfahrenstechnik?U.A. Peuker^a und G. Brenner^b^a*TU Clausthal, ICVT;* ^b*Institut für Technische Mechanik, TU Clausthal*

Sonochemie definiert sich als chemische Umsetzung mit Hilfe von Ultraschall. Dieser Begriff kann von der Reaktionstechnik auf die ganze Verfahrenstechnik ausgedehnt werden. Ziel der Sonochemischen Verfahrenstechnik ist die Nutzung von Ultraschallfeldern zum direkten Erreichen oder zum Verbessern einer verfahrenstechnischen Umwandlung. Als Beispiele können zählen: - Bioverfahrenstechnik: Zellaufschluss - Partikeltechnologie: Fällungsreaktionen - Lebensmitteltechnologie und Pharmazie: Emulsionsherstellung - Mechanische Verfahrenstechnik: Zerkleinerung Die genannten Beispiele nutzen alle den gleichen Wirkprozess, die Kavitation, um die verfahrenstechnische Umwandlung zu erreichen. Es zeigt sich ferner, dass andere durch das Ultraschallfeld ausgelöste Effekte, z.B. induzierte Strömungen, sich negativ auf das Verfahrensergebnis auswirken können. Bei der Analyse der prinzipiellen Wirkmechanismen der Kavitation auf den verfahrenstechnischen Prozess sind eingehende Untersuchungen im Labormaßstab durchgeführt worden. Eine daraus resultierende systematische Apparateentwicklung hat nicht stattgefunden. Es soll ein Überblick über die verfahrenstechnischen Anwendungen von Ultraschall und deren jeweilige Auslegungskonzepte gegeben werden. Es wird gezeigt wie der Effekt der Kavitation verfahrenstechnisch direkt oder indirekt zur Stoffwandlung eingesetzt wird. Ferner wird auf Anwendungsfälle eingegangen, bei denen der Einsatz von Ultraschall konventionellen Lösungen in Effizienz oder Flexibilität überlegen ist.

Mi. 8:55 PK 3.3

Kavitation

Interaction model of sound field and cavitation bubblesR. Mettin, P. Koch und W. Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Acoustic cavitation bubbles emerge, oscillate and translate according to the pressure distribution given by the ultrasonic field. Reversely, the bubble distribution is changing the properties of

the medium and influences the sound wave propagation. Our approach to model this complex interaction consists of two steps which are applied iteratively: first, the pressure distribution is calculated on the basis of a linearized Wijngaarden model. For this task, a fixed continuous bubble density function in space is used, and an FEM tool is applied to solve the modified wave equation. Second, the nucleation, translation, rectified diffusion and merging/splitting of cavitation bubbles is simulated by a particle model approach. This is done for a fixed pressure field which is the result of step one and which is transferred to the particle model. The interface between step two and step one is the conversion of the final bubble distribution, which is discrete in space, into a continuous one. Then the FEM step is applied once more, and so on. Results of this hybrid model are compared to cavitation bubble structure formations seen in experiments. In particular, low frequency fluctuations of streamer structures in an ultrasonic bath and the bubble distribution in front of a sonotrode emitter are addressed by the simulations.

Mi. 9:20 PK 3.3

Kavitation

Modellierung der Wechselwirkung von hochintensiven Ultraschallfeldern mit Kavitationsblasen

M. Liebler^a, M. Arora^b, C.D. Ohl^b, T. Dreyer^a und R.E. Riedlinger^a

^a*Institut für Höchstfrequenztechnik und Elektronik / Akustik (Karlsruhe)*; ^b*Department of Applied Physics, Physics of Fluids (Enschede, NL)*

Bei medizinischen Anwendungen von hochintensivem fokussiertem Ultraschall ist die Wechselwirkung zwischen der Ultraschallausbreitung und Kavitationsblasen eine wesentliche Ursache sowohl für therapeutisch erwünschte Effekte, als auch für unerwünschte Nebenwirkungen. Eine Optimierung der Therapie im Hinblick auf eine effizientere Anwendung bei gleichzeitiger Reduktion der Nebenwirkungen ist damit eng mit einer kontrollierten Beeinflussung dieser Wechselwirkungsmechanismen verbunden. Dies erfordert ein erweitertes Verständnis für die zugrunde liegenden komplexen physikalischen Vorgänge.

In dieser Arbeit wird ein numerisches Modell vorgestellt, welches die Berechnung der nichtlinearen Wechselwirkungen zwischen hochintensiven Ultraschallfeldern mit Kavitationsblasen erlaubt. Das Verfahren basiert auf der Beschreibung des Gemisches

aus Flüssigkeit und Kavitationsblasen als kontinuierliches Zwei-Phasen-Medium. Die Schallausbreitung wird durch die numerische Umsetzung der hydrodynamischen Grundgleichungen mittels eines FDTD-Algorithmus berechnet, die Dynamik der Kavitationsblasen mit Hilfe der Gilmore-Gleichung. Über eine Betrachtung des Blasenradius als volumengemittelte Feldgröße sind beide Modelle miteinander gekoppelt. Der Vergleich von Simulationen mit experimentellen Ergebnissen für typische Situationen therapeutischer Ultraschallanwendungen zeigt die Gültigkeit und Leistungsfähigkeit des Verfahrens. Insbesondere wird die Rückwirkung der von der Schallwelle induzierten Kavitationsblasen auf die Schallausbreitung selbst verdeutlicht.

Mi. 9:45 PK 3.3

Kavitation

Semiempirischer Ansatz zur Schallfeld- und Strömungssimulation eines kavitierenden, nicht-newtonschen Mediums in einem Ultraschalldurchflussreaktor

R. Maas und H. Friedrich

Fraunhofer IKTS

Die mechanische Desintegration von kommunalen Klärschlämmen mit Ultraschall vor der anaeroben Stufe gehört zu den in die Praxis eingeführten Verfahren zur Klärschlammbehandlung. Dabei wird die Menge an Schlamm reduziert sowie die Biogasausbeute erhöht. In dem Verfahren wird das zu behandelnde Medium unter anderem durch die ultraschallinduzierte Kavitation in zwangsdurchströmten Durchflusszellen mechanisch beansprucht. Eingedicktem Überschussschlamm kommt dabei die größte Bedeutung zu. Dieses Stoffsystem weist sehr spezielle Eigenschaften auf. Sowohl die extreme Inhomogenität mit mehreren Phasen, die Lichtundurchlässigkeit als auch die nicht-newtonsche Viskosität des Mediums spielen eine Rolle.

Bei der Auslegung solcher Ultraschallreaktoren wird sehr häufig empirisch vorgegangen bzw. es erfolgen Messungen der Zu- und Ablaufparameter, ohne die wirklichen Strömungsverhältnisse und wirksamen Desintegrationsmechanismen in solchen Reaktoren zu kennen. Hier bietet sich die Simulation bei der Auslegung solcher Anlagen an.

In diesem Beitrag wird ein System partieller Differentialgleichungen vorgestellt, das es ermöglicht, die Überlagerung aus ultraschallinduzierter Strömung und durch eine Pumpe erzeug-

te Zwangsströmung in einem nicht-newtonschen Mehrphasengemisch zu simulieren. Dazu wurde die Abhängigkeit der Viskosität von den Ultraschallbedingungen experimentell bestimmt und als empirischer Ansatz mit in die Modellgleichungen aufgenommen. Ausgangspunkt bildet eine modifizierte Helmholtzgleichung, die den Bedingungen des Stoffsystems Klärschlamm angepasst wurde. Hierin wurde der als konstant betrachtete Absorptionskoeffizient experimentell bestimmt. Über einen Volumenkraftvektor wird die Schallfeldsimulation in einem kavitierenden Medium mit der für Strömungen in solch komplexen Stoffsystemen üblichen Navier-Stokes-Gleichung gekoppelt. Die Viskosität wird über einen Ostwald-de Waele Ansatz und empirische Gleichungen mit in das Gleichungssystem eingebracht.

Mi. 10:10 PK 3.3

Kavitation

Stabilität und Lumineszenz laserinduzierter Kavitationsblasen im Schallfeld

D. Kröninger, T. Wilken, T. Kurz und W. Lauterborn

Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Kavitationsblasen, welche mit kurzen, intensiven Femtosekundenpulsen erzeugt werden, zeigen Kavitationslumineszenz, sofern sie durch ein stehendes Ultraschallfeld angeregt werden. Ohne eine solche Anregung kollabieren die Blasen asymmetrisch und ohne sichtbare Lumineszenz, da sie aufgrund der Selbstfoкусierung des Laserpulses eine elongierte Form besitzen. Mithilfe von Kurzzeit-CCD-Aufnahmen der ultraschallangeregten, lasererzeugten Blasen wird ihr Einschwingverhalten, die zeitliche Entwicklung des Maximalradius über mehrere Schwingungsperioden und ihre Stabilität untersucht. Es zeigt sich ein starker Einfluss der Schalldruckamplitude auf die Kavitationslumineszenz, welche mithilfe eines Photomultipliers beobachtet wird: Bei kleiner Schalldruckamplitude sind die erzeugten Blasen über mehrere Schwingungsperioden stabil und senden schwache Lumineszenzblitze aus. Zu höheren Schalldrücken wird die Blase schon nach wenigen Schwingungszyklen instabil, durch die heftigen Kollapse ist allerdings die Lichtintensität wesentlich höher.

Mi. 14:00 PK 3.3

Kavitation

Sonochemische Reaktionen in Kavitationsblasen aus MolekulardynamiksimulationenD. Schanz, W. Lauterborn und T. Kurz*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Ein genaues Verständnis der chemischen Vorgänge in einer Kavitationsblase ist unerlässlich zur korrekten Vorhersage der Verhältnisse in der Blase. Sowohl die erreichten Temperaturen und Drücke als auch der Massentransport in die Flüssigkeit zeigen eine starke Abhängigkeit von der Art und der Energiebilanz der vorkommenden Reaktionen. Es wurde ein molekulardynamisches Modell einer Kavitationsblase entwickelt, anhand dessen die Bildung verschiedener Spezies gegen Ende des Kollapses untersucht und ihre Abhängigkeit von unterschiedlichen Parametern aufgezeigt wird. Die Entwicklung der Dichte dieser Spezies im weiteren Verlauf des Blasenzyklus wird diskutiert.

Mi. 14:25 PK 3.3

Kavitation

Vergleich zwischen spektralen Schallfeldparametern und der Erosionswirkung in kavitierenden FeldernK.-V. Jenderka und C. Koch*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Der Leistungsultraschall ist heute aus den vielfältigen Anwendungen zur Reinigung der unterschiedlichsten Bauteile nicht mehr wegzudenken. Trotz des ständig wachsenden Einsatzes ist der Nutzer auf eine empirische Einstellung und Optimierung der Betriebsparameter angewiesen, da keine allgemeingültigen Kriterien zur Beschreibung der Prozesse existieren. Die messtechnische Erfassung des Schallfeldes als Ursache der Kavitationsvorgänge und damit der gewünschten Wirkung bietet die Möglichkeit zur Beschreibung der ablaufenden Prozesse. Die Problematik besteht dabei in der Wahl geeigneter Sensoren, die einerseits den Kavitationsvorgängen widerstehen können und andererseits klein genug sind um das Schallfeld nicht zu stören. Dabei sollte die Bandbreite so ausgelegt sein, dass sowohl Fundamentalfrequenz und Kavitationsrauschen erfasst werden können. Mit Hilfe von optischen Sensoren und piezoelektrischen Hydrophonen wurde die räumliche Verteilung spektraler Schallfeldparameter in Ultraschallreinigungsbädern unter verschiedenen Versuchsbedingungen gemessen. Zum Vergleich mit der Erosionswirkung

war ein Verfahren zur quantitativen Erfassung notwendig. Dazu wurde eine klassische Methode, beruhend auf der Perforation von Aluminiumfolie, wesentlich erweitert. Mit Hilfe von Bildverarbeitungstechniken werden Perforationen und Einbuchtungen detektiert und als räumliche Dichterverteilung der Erosionswirkung quantifiziert. Damit ist es möglich Schallfeldparameter wie positiver und negativer Spitzendruck, die Amplitude von Grund- und Oberwellen, Sub- und Ultraharmonischen sowie die Rauschenergie in verschiedenen Frequenzbändern mit der Erosionswirkung in korrespondierenden Ebenen zu korrelieren. Im Ergebnis konnten charakteristische Schallfeldstrukturen unter verschiedenen Bedingungen reproduzierbar nachgewiesen werden. Die Ergebnisse werden in Hinsicht der Eignung einzelner Parameter für die Beschreibung der Reinigungswirkung diskutiert.

Mi. 14:50 PK 3.3

Kavitation

Messtechnische Untersuchungen zur Bestimmung von Kavitation und Reinigungswirkung in der Ultraschallreinigung

J. Strobel, N. Bretz und R. Lerch

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Ultraschall hoher Intensität wird in der industriellen Fertigung in vielseitigen Anwendungsgebieten eingesetzt. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die ultraschallunterstützte Tauchreinigung. Der Hauptreinigungseffekt wird dabei durch Kavitationseffekte erreicht. Für eine Charakterisierung der Ultraschallreinigung ist es deshalb neben der Ermittlung der Schalldruckverteilung erforderlich, Kavitationserscheinungen wie Blasenverhalten und Erosionswirkung zu untersuchen.

Optisch sind kavitierende Gebiete im Medium durch das Auftreten von Kavitationsblasen bzw. Blasenwolken gekennzeichnet. Mittels eines neuen optischen Verfahrens werden diese Zonen in einer Laserebene visualisiert und die Korrelation mit anderen Messprinzipien untersucht.

Zur Bestimmung der Reinigungswirkung auf komplexen Bauteiloberflächen wird ein neues Verfahren zur Aufbringung einer Testschicht für Kavitationserosion vorgestellt. Die Reproduzierbarkeit der mechanischen Eigenschaften dieser Beschichtung wird mit verschiedenen Messverfahren belegt. Es werden Schichtparameter variiert, um eine Anpassung an unterschiedliche Kavitationsintensitäten zu erzielen. Die Erosionsbewertung erfolgt über

eine für diese Anwendung entwickelte Bildauswertung, die ein Korrelationsmaß zur Reinigungswirkung liefert.

Für Vergleiche von messtechnisch gewonnenen Daten mit Ergebnissen aus numerischer Simulation müssen der Versuchsaufbau und die mechanische Anregung als Eingangsgrößen der Simulation genau bestimmt werden. Es werden Methoden zur Systemcharakterisierung mit einem Laserscanningvibrometer und weiteren Verfahren vorgestellt.

Mi. 15:15 PK 3.3

Kavitation

Zur Sauerstoff-Entgasung von Wasser mittels Ultraschall

R. Sobotta und C. Jung

Elma GmbH & Co. KG

Alternativ zur Entgasung mittels Vakuum wird häufig die Entgasung von Flüssigkeiten mittels Ultraschall angewendet, z. B. für Proben zur HPLC- oder GC-Untersuchung. Der Einfluss von Ultraschall-Frequenz und -Intensität auf den Verlauf der Entgasung bei unterschiedlichen Temperaturen wird vorgestellt. Die Abnahme der Sauerstoffkonzentration, als Maß für die Entgasung, wird mittels eines elektrochemischen Sensors gemessen. Die Entgasungsrate und die Gaskonzentration im veränderten Gleichgewicht unter Ultraschalleinwirkung werden bei unterschiedlichen Intensitäten und Frequenzen am Wandler ermittelt.

Auch in der Ultraschallreinigung hat man es in der Regel mit verringertem Gasgehalt in der Reinigungsflüssigkeit zu tun. Der Einfluss der Gaskonzentration auf den Schalldruck und seinen kavitationsbedingten Rauschanteil in Ultraschallreinigungsbädern wird geprüft.

Zur beschleunigten Entgasung geeignete Ultraschall-Signalformen werden diskutiert.

Mi. 16:05 PK 3.3

Ultraschall

Akustisches Reflexionsverhalten unter Luftultraschalleinwirkung

H. Fischer

TU Braunschweig

Ein aktuelles Arbeitsgebiet der Akustik besteht in der Erfassung der Position und der geometrischen Kenndaten von Objekten durch Beschallung und anschließender Erfassung der von

diesen Objekten reflektierten Schallfelder. Neben der eigentlichen Aufgabe, die Objekte in ihrer Form und Lage zu erfassen, kann es von besonderem Interesse sein, aus den aufgenommenen Messdaten bzw. unter Verwendung des gleichen Messaufbaus aber angepasster Anregungssignale und entsprechender Messsignalauswertung zusätzliche, die jeweiligen Objekte charakterisierende, Informationen zu gewinnen.

In diesem Beitrag wird untersucht, wie sich verschiedene Materialien durch ihr Reflexionsverhalten unter niederfrequenter Luftultraschalleinwirkung klassifizieren lassen. Es wird eine Übersicht gegeben, wie sich die Variation verschiedener Parameter bei der Versuchsdurchführung, z.B. die geometrische Anordnung von Sender, Reflektor und Empfänger oder die Art der ausgesendeten Signale auf die Klassifizierung auswirken. Die Untersuchungen beschränken sich dabei zunächst auf ebene Reflektoren, deren Größe einheitlich vorgegeben wird. Zum Einsatz kommen handelsübliche Ultraschallwandler und Messmikrophone sowie eine Verfahreinheit für die räumliche Positionierung der Mikrophone.

Mi. 16:30 PK 3.3

Ultraschall

Messungen zur Schallerzeugung durch einen Parametrischen Ultraschalllautsprecher

D. Olszewski

DaimlerChrysler

Parametrische Ultraschalllautsprecher ermöglichen die Erzeugung eines stark gerichteten Audioschallstrahls bei Verwendung kleiner Wandleraperturen. Hierzu wird ein mit dem Nutzsignal amplitudenmodulierter Ultraschallträger in Luft emittiert. Bei hohem Ultraschallpegel führen nichtlineare Effekte zur Selbst-Demodulation des Nutzsignals. Vor dem Wandler baut sich dadurch ein Endfire-Array virtueller Quellen auf, welches das Audiosignal stark gerichtet abstrahlt. Der Anteil dieser Quellen an der gesamten Audioschallerzeugung ist entfernungsabhängig.

Messvorgänge zur entfernungsabhängigen Schallerzeugung durch parametrische Ultraschalllautsprecher in reflexionsarmen Räumen sind stets durch die maximalen Raumabmessungen begrenzt. Demzufolge kann keine sichere Aussage darüber getroffen werden, ob die Länge der Generationszone über die Raumabmessungen hinausreicht. In diesem Experiment wurden daher

Luftschallmessungen im Freien durchgeführt, so dass die Generationslänge des mit dem hier verwendeten Ultraschalllautsprecher erzeugten Audioschalls ohne räumlich begrenzende Faktoren bestimmt werden konnte.

Zusätzlich wurden Messungen der Richtcharakteristiken des parametrisch erzeugten Audioschalls in verschiedenen Entfernungen durchgeführt. Sie implizieren einen Zusammenhang zwischen dem entfernungsabhängigen Aufbau der Richtcharakteristik und der Länge der Generationszone.

Die verwendeten Ultraschallwandler verfügen in geringem Umfang über nichtlineare Übertragungseigenschaften. Bei Ansteuerung mit einem amplitudenmodulierten Signal entsteht somit bereits durch Demodulation im Wandler selbst ein direkt emittierter Audioschall-Anteil in Form eines unerwünschten Schmutzeffekts. Der Anteil dieses Schmutzeffekts am insgesamt erzeugten Audioschall konnte ebenfalls messtechnisch bestimmt werden.

Mi. 16:55 PK 3.3

Ultraschall

Optimierung der Richtcharakteristik von Ultraschall-Arrays

E. Kühncke

Technische Universität Dresden, Institut für Akustik

Sowohl bei Arrays für die medizinische Diagnostik als auch bei Arrays für die Zerstörungsfreie Prüfung wird möglichst ein Mittenabstand zwischen den Elementen von einer halben Wellenlänge im Gewebe bzw. im Prüfobjekt eingehalten. Der Beitrag untersucht diese Bedingung näher. Anhand von berechneten Schallfeldern wird der Einfluss der Elementbreite, des Schwenkwinkels sowie der Dauer des Anregungssignals auf die Größe und den Winkel der Seitenzipfel untersucht. Dazu werden für ein ebenes Array die harmonischen und transienten Schallfelder in Wasser und im Prüfobjekt berechnet. Für ein konvexes Array zur Innenrohrprüfung erfolgt eine Optimierung der Ansteuerung. Entsprechend der gewählten Verzögerungszeiten der einzelnen Elemente lässt sich der Fokus an unterschiedlichen Stellen in der Rohrwand platzieren. Dafür wird eine Methode genutzt, die auf der Simulation des harmonischen Schallfeldes beruht. Es wird gezeigt, dass das harmonische Schallfeld bei der Mittenfrequenz des Breitband-Arrays eine gute Näherung für das transiente Feld ist und dass daraus die richtige Ansteuerung resultiert. Im Gegensatz dazu führen geometrische Berechnungen oft zu falschen Ergebnissen.

Hochauflösende Abbildung und Messung lokaler Materialeigenschaften mittels dynamischer Kraftmikroskopieverfahren im Ultraschallfrequenzbereich

S. Hirsekorn, U. Rabe, K. Reinstädler, A. Caron, D. Rupp und W. Arnold

Fraunhofer Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP)

Sensoren kommerzieller Kraftmikroskope (Atomic Force Microscope, AFM) sind kleine Blattfedern mit einer Sensorspitze, deren Radius einige nm bis einige 100 nm beträgt. Die Federbalken selbst besitzen Linearabmessungen im Bereich von einigen μm bis einigen 100 μm . Diese Sensoren sind als Nahfeld-Ultraschallsonden einsetzbar, da ihre Schwingungsresonanzen im Ultraschallfrequenzbereich liegen. Dynamische Betriebsmoden des AFM wie AFAM (Atomic Force Acoustic Microscopy), Kontaktresonanzspektroskopie, UFFM (Ultrasonic Friction Force Microscopy) und Ultraschall-Piezomode nutzen die Biege- und Torsionsschwingungsresonanzen der Federbalken. Bei Kontakt der Sensorspitze mit der Probenoberfläche wird die Blattfeder durch Ultraschallschwingungen in der Probe, an der Blattfederaufhängung oder im Piezomode durch elektrische Anregung zwischen der leitenden Spitze und einer Elektrode unterhalb der Probe in Schwingung versetzt. Die lokalen Kontaktkräfte zwischen Sensorspitze und Probe und damit lokale Eigenschaften der Probenoberfläche beeinflussen die Kontaktresonanzfrequenzen der Federbalken, die Form ihrer Resonanzkurven sowie Amplitude und Phase der Blattfederschwingungen relativ zur Anregung. Diese Messgrößen können deshalb zur Abbildung lokaler Materialparameter von Probenoberflächen mit einer Ortsauflösung im nm-Bereich und, bei hinreichender Kenntnis von Geometrie und Material des Kraftmikroskop-Sensors, auch zur Messung dieser Parameter genutzt werden. Beispiele qualitativer und quantitativer Anwendungen der Ultraschalltechniken von Kraftmikroskopen werden diskutiert.

Mi. 8:30 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

Erweiterung der Quellsimulationstechnik auf Punktquellen mit komplexen Quellorten

M. Ochmann und R. Piscoya

TFH Berlin - University of Applied Sciences

Die Grundidee der Quellsimulationstechnik für das akustische Abstrahl- oder Streuproblem besteht darin, den schwingenden Körper durch ein System von im Körperinneren liegenden Quellen zu ersetzen. Art, Anzahl und Lage der Quellen sollen hierbei so gewählt werden, dass die Differenz zwischen den auf der Strahleroberfläche vorgegebenen Randbedingungen und den dort von den Quellen simulierten Randdaten, der so genannte Randfehler, minimiert wird. In den meisten Fällen werden als Quellen sphärische Wellenfunktionen wie Monopole, Dipole etc. gewählt. Legt man nun die zugehörigen Koordinaten der Quellorte in das Komplexe, so weisen die so modifizierten Punktquellen eine ausgeprägte Richtcharakteristik auf oder zeigen ein ähnliches Verhalten wie Oberflächenwellen. Ergänzt man daher das von der Quellsimulationstechnik verwendete Quellsystem um derartige komplexifizierte Monopole, so müssten sich beispielsweise stark fokussierte Schallfelder effektiver und stabiler berechnen lassen. An Hand ausgewählter Abstrahlprobleme sollen die Vorteile der um komplexe Quellorte erweiterten Quellsimulationstechnik untersucht und dargestellt werden.

Mi. 8:55 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

Kopplung von BEM und Strahlenverfahren mit Hilfe der Methode der Fundamentallösungen

S. Hampel^a, S. Langer^a und A. Cisilino^b

^a*TU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik;* ^b*Welding and Fracture Division, University of Mar del Plata*

Die Methode der Fundamentallösungen (engl.: Method of Fundamental Solutions, MFS) ist auch unter verschiedenen anderen Namen zu finden, u.a. als Multipol-Strahler-Synthese oder Ersatzquellenverfahren. Die Vorteile der Methode der Fundamentallösungen sind in erster Linie ihre Eigenschaften als netzfreies Verfahren: Das Gebiet muss nicht diskretisiert werden wie es z.B. für die FEM notwendig ist. Ebenso ist keine Elementierung des Gebietsrandes wie bei der BEM erforderlich. Somit können

die Randpunkte, an denen die bekannten Randbedingungen erfüllt werden sollen, beliebig auf dem Gebietsrand gewählt werden. Eine Integration über den Rand entfällt. Die Methode kann recht einfach in ein Computerprogramm implementiert werden. Optional kann die für die Optimierung der Quellpositionen ein Optimierungsalgorithmus angewandt werden, um das Residuum an den vorgeschriebenen Randpunkten zu minimieren. Desweiteren kann die Anzahl an Quellen niedriger gewählt werden als die Anzahl an Rand- bzw. Kollokationspunkten, was den Bedarf an Rechenzeit für das Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems mit Hilfe der Singulärwertzerlegung (engl.: Singular Value Decomposition, SVD) wesentlich reduzieren kann.

Die MFS wird hier als Kopplungsmethode zwischen BEM und einem Strahlenverfahren verwendet. Bei dieser Kopplung soll eine Druckverteilung, die aus der BEM-Rechnung bekannt ist, in äquivalente Punktquellen umgerechnet werden, die für das Strahlenverfahren als Eingangsdaten benötigt werden.

Mi. 9:20 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

Ein iteratives Verfahren zur Erfassung der reflexionsfreien Schallabstrahlung in den Freiraum

W.-C. Von Karstedt^a, O. Von Estorff^{a,b} und M. Markiewicz^b

^a *TU Hamburg-Harburg*; ^b *Novicos GmbH*

Schallabstrahlungsprobleme in unendlich ausgedehnten Räumen stellen ein wichtiges Feld im Bereich der numerischen Behandlung akustischer Fragestellungen dar. Neben den Randbedingungen auf der schallabstrahlenden Oberfläche muss bei solchen Fragestellungen die Sommerfeldsche Abstrahlbedingung erfüllt werden, welche eine reflexionsfreie Abstrahlung in den Freiraum sicherstellt. Die am weitesten verbreiteten Verfahren, die diese Randbedingung berücksichtigen, sind die Boundary-Elemente-Methode und die Infinite-Elemente-Methode. Im Falle der Boundary-Elemente-Methode wird die Abstrahlbedingung implizit durch die Greenschen Funktionen erfüllt, während sie bei der Infinite-Elemente-Methode durch die radialen Ansatzfunktionen der Infiniten Elementen berücksichtigt wird. Bei dem vorgestellten Verfahren wird die Sommerfeldbedingung durch iterative Anpassung des Nahfeldproblems an exakte Lösungen im Fernfeld erfüllt. In Verbindung mit einem iterativen Gleichungslöser kann so ein sehr effizientes Verfahren als Alternative zu den oben genannten Methoden realisiert werden.

Mi. 9:45 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

Infinite Elemente variabler Ordnung zur Untersuchung akustischer Außenraumprobleme

S. Petersen, O. Von Estorff und C. Wenterodt

TU Hamburg-Harburg

Zur Untersuchung von akustischen Außenraumproblemen mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM), bedarf es spezieller Verfahren, um die Sommerfeldbedingung zu erfüllen. Häufig werden hierfür so genannte Infinite Elemente eingesetzt. Dabei wird die Schallabstrahlungsbedingung in den unendlichen Raum durch spezielle Ansatzfunktionen in radialer (unendlicher) Richtung berücksichtigt. Heutzutage sind verschiedene Infinite-Elemente-Formulierungen verfügbar, wobei die so genannten Astley-Leis Elemente wohl am weitesten verbreitet sind.

Die infiniten Elemente sind so formuliert, dass sich die Ansatzfunktionen mit steigender radialer Ordnung der Fundamentallösung für die Helmholtzgleichung im Außenraum nähern. Bei vielen Problemstellungen, wie beispielsweise Untersuchungen zur Schallabstrahlung schlanker Strukturen, ist eine hohe radiale Ordnung jedoch nur lokal in bestimmten Bereichen der Diskretisierung notwendig. Um die Anzahl der Freiheitsgrade im System zu reduzieren, erscheint es daher sinnvoll, die Ordnung der Infiniten Elemente innerhalb der Diskretisierung zu variieren. Eine derartige Anpassung der Diskretisierung kann dabei mit Hilfe von üblichen (und ggf. modifizierten) Fehlerabschätzungen erfolgen. In dem Beitrag wird ein entsprechendes Berechnungsverfahren vorgestellt und dessen Anwendbarkeit diskutiert.

Mi. 10:10 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

Moden und modale Superposition bei Außenraumproblemen

S. Marburg

Technische Universität Dresden, Institut für Festkörpermechanik

Bei tieffrequenten Innenraumproblemen in der linearen Akustik wird heute oftmals die modale Superposition von Moden zur Rekonstruktion einer Lösung der harmonischen Wellengleichung verwendet. Diese Moden können im ungedämpften Falle als stehende Wellen beobachtet werden. Die hierin präsentierte Arbeit

gibt eine Möglichkeit an, modale Superposition auch bei Außenraumproblemen anzuwenden. Das algebraische Eigenwertproblem wird mittels einer Finite- bzw. Infinite-Elemente-Methode formuliert. Das durch die diskretisierte Formulierung ebenfalls diskrete Spektrum zeigt Moden auf, die als Multipolformen (Monopol, Dipol, Quadrupol usw.) bekannt sind. Bei offenen Innenräumen findet man angepaßte Innenraummoden, die durch das Fenster entsprechend gedämpft sind. Die Moden lassen sich geeignet superponieren, so daß analog zu Innenraumproblemen eine Lösung der Wellengleichung rekonstruiert werden kann. Bestimmt man schließlich die abgestrahlte Schallleistung, so benötigt man nur noch die modale Information auf der Oberfläche des abstrahlenden Körpers. Das Verfahren wird im wesentlichen an Beispielen erklärt.

Mi. 14:00 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

FEM-Simulation Raumakustischer Übertragungsfunktionen mit Padé-Lanczos-Verfahren

A. Franck

RWTH Aachen, Inst. f. Technische Akustik

Für die Simulation raumakustischer Fragestellungen speziell im niederfrequenten Bereich, wo energiebasierte Methoden keine zufriedenstellenden Resultate mehr erreichen, bietet sich eine numerische Simulation mit FEM an. Ziel einer raumakustischen Simulation ist meist die Bestimmung der Impulsantwort, respektive Raumübertragungsfunktion, zu bestimmten Zuhörerpositionen.

Das Padé-Lanczos-Verfahren erlaubt es, in einem bestimmten Frequenzbereich um eine Mittenfrequenz herum eine sehr schnelle Approximation der Übertragungsfunktion zu bestimmten Positionen zu berechnen. Das Padé-Lanczos-Verfahren bestimmt letztlich die Koeffizienten einer Reihenentwicklung der Übertragungsfunktion im Frequenzraum.

Die Reihenentwicklung mit dem Padé-Verfahren erfordert eine Darstellung des zugrundeliegenden Gleichungssystems in Abhängigkeit eines linearen Parameters, der für FEM oft zu ω^2 gewählt wird. Dies schränkt die Anwendbarkeit bei gedämpften Problemen zunächst ein. Mit einer Darstellung des FEM-Systems im Zustandsraum kann diese Abhängigkeit jedoch aufgelöst werden.

In diesem Beitrag soll die Anwendung des Padé-Lanczos-Verfahrens auf die Simulation raumakustischer Transferfunktionen demonstriert werden. Hierbei spielt die genannte Zustandsraumformulierung eine zentrale Rolle, da die Bestimmung der raumakustischen Parameter zwingend die korrekte Berücksichtigung der Dämpfung erfordert.

Die Simulationsergebnisse sollen schließlich mit Resultaten aus Simulationen auf der Basis der modalen Extraktion und Synthese sowie mit direkten Ergebnissen an Einzelfrequenzen verglichen werden, um die notwendige Rechenzeit und Genauigkeit abzuschätzen.

Mi. 14:25 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

Schallquellenlokalisierung mit Hilfe der Inversen Finite Elemente Methode

D. Sachau

Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg

Um Schallquellen zu lokalisieren, stehen heutzutage unterschiedliche Verfahren bereit. Hierbei hängt die Wahl des richtigen Verfahrens, sowohl von der Anwendung ab, in der es eingesetzt werden soll, als auch von den Informationen, die aus der Messung gewonnen werden sollen. Die eingesetzten Methoden reichen dabei von einfachen Messungen der Schallpegel bis zu anspruchsvollen Techniken, wie z.B. Beamforming oder der akustischen Nahfeld Holographie (NAH). Diese Techniken haben jedoch den Nachteil, nur unter Freifeldbedingungen richtig eingesetzt werden zu können. Aus diesem Grund wird ein neuer Ansatz auf Basis der inversen Finiten Elemente Methode (IFEM) vorgestellt, mit welchem es möglich ist, Schallquellen in Innenräumen zu lokalisieren. Diese Methode hat den Vorteil, dass sie ohne weiteres auf verschiedene Innenräume angewendet werden kann, ohne dass eine akustische Transfermatrix (ATM) bestimmt werden muss. In diesem Paper wird die für diese Methode zugrunde liegende Idee erläutert und es werden Ergebnisse gezeigt.

Mi. 14:50 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

**Zu einem nicht-linearen, FE-basierenden Lösungsansatz zur
Rekonstruktion gedämpfter Schallfelder von Innenräumen**

R. Anderssohn^a, S. Marburg^a, H.-J. Hardtke^a und C. Großmann^b

^a *Technische Universität Dresden, Institut für Festkörpermechanik*; ^b *Technische Universität Dresden, Inst. für numerische Mathematik*

Die Berücksichtigung akustischer Wandadmittanzen ist technisch sehr bedeutsam, um Schalldruckfelder genau zu ermitteln. In dem Vortrag wird ein nicht-linearer Optimierungsalgorithmus vorgestellt, mit dem gedämpfte Schalldruckfelder von Innenräumen auf der Basis von möglichst wenigen Druckmessungen vollständig rekonstruiert werden sollen. Das beschreibende Randwertproblem, bestehend aus der Helmholtz-Differentialgleichung und der Robin-Randbedingung, wird mit der Methode der finiten Elemente (FEM) diskretisiert. Damit können beliebige Randgeometrien betrachtet werden. Außerdem ermöglicht die FEM, dass die Inverse und die Sensitivität der Systemmatrix modal dargestellt werden können. Der Ansatz wurde für den zwei-dimensionalen Fall implementiert. Dafür wurden isoparametrische Elemente genutzt, um den notwendigen Freiheitsgrad zu reduzieren. An verschiedenen theoretischen Beispielen mit simulierten Messwerten wurde der Ansatz getestet. Ausgewählte Ergebnisse werden vorgestellt, die die Funktionalität des Ansatzes bewerten sollen.

Mi. 15:15 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik I

**Finite-Elemente-Verfahren zur präzisen numerischen Be-
rechnung von Schallentstehung und Ausbreitung**

M. Kaltenbacher, R. Lerch, B. Flemisch und B. Wohlmuth

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

In vielen technischen Prozessen und Geräten ist die Erforschung der gewollten bzw. ungewollten Schallentstehung von entscheidender Bedeutung (z.B. Design von Lautsprechern oder Lärmreduktion bei Autos, Flugzeugen, etc). Dabei spielt innerhalb des Entwicklungsprozesses die numerische Berechnung der Schallentstehung und Ausbreitung eine immer wichtigere Rolle. Ziel ist es, bereits in der Entwicklungsphase den zu erwartenden Schalldruck (Schallleistung, etc.) mit Hilfe der Simulation möglichst genau zu ermitteln. Damit können bereits vor der Bauphase Maß-

nahmen getroffen werden, welche z.B. die Einhaltung eines vorgegebenen Lärmpegels garantiert.

Der Inhalt des Vortrages wird sich zunächst auf die Schallentstehung konzentrieren und ein nichtkonformes Finite-Elemente-Verfahren vorstellen, welches eine unterschiedliche Ortsdiskretisierung für die Strukturmechanik sowie die Akustik entlang des gemeinsamen Interfaces ermöglicht. Damit können in den einzelnen Teilgebieten unabhängig voneinander optimale Gitter sowohl für die Strukturmechanik als auch die Akustik verwendet werden.

In einem zweiten Teil wird auf die Problematik der finiten Elemente bei der numerischen Berechnung der Schallausbreitung über viele Wellenlängen eingegangen. Dazu werden neuartige spektrale finite Elemente vorgestellt, welche dispersionserhaltende Eigenschaften aufweisen.

Abschliessend wird noch kurz auf die Problematik der Randbedingungen bei Finite-Elemente-Verfahren eingegangen und Möglichkeiten von absorbierenden bzw. nichtreflektierenden Randbedingungen aufgezeigt.

Mi. 15:40 PK 4.1

Technische Akustik

Akustik und Sprachverständlichkeit der Flüsterspiegel im Oldenburger 'Hörgarten'

J. Schröder

Universität Oldenburg, AG Medizinische Physik

Ein akustisches Experiment, das einem hin und wieder auf Spielplätzen, in Sinnerfahrungsgärten oder Science-Centern begegnet, besteht aus zwei aufeinander gerichteten parabolisch-konkav gekrümmten Flächen, oft handelsüblichen Satellitenschüsseln. Diese ermöglichen aufgrund der speziellen Reflexionseigenschaften von Paraboloiden das Führen von Gesprächen im Plauder- oder sogar Flüsterton zwischen zwei Partnern, die sich in den Brennpunkten der weit zueinander entfernt stehenden Parabolreflektoren befinden. Solche "Flüsterspiegel" ähneln dabei in der Wirkung den "Flüstergalerien", wie sie sich bisweilen in Gebäuden und Gewölben wie z.B. der Kuppelgalerie der St.Pauls Cathedral in London finden.

Zur Planung einer solchen Anlage ist es hilfreich, den Effekt, der sich für eine bestimmte Größe von Reflektoren und eine bestimmte Entfernung zwischen ihnen ergibt, abschätzen zu können.

nen. Wie groß darf die Entfernung zwischen den Reflektoren sein, damit noch ein Effekt zu hören ist? Wie stark ist der Effekt?

Im Vortrag soll ein theoretischer Ansatz zur quantitativen Vorhersage der frequenzabhängigen Verstärkung einer solchen Anlage vorgestellt werden. Dazu werden akustische Messungen präsentiert, die an einem Flüsterspiegel-Aufbau durchgeführt wurden, der im geplanten "Hörgarten" am "Haus des Hörens" in Oldenburg installiert werden soll. Zusätzlich zu den akustischen Messungen wurde dort eine Messung der Sprachverständlichkeit durchgeführt, die deutlich die durch Flüsterspiegel herbeigeführte Verbesserung der Verständlichkeit selbst in einer stark lärmbelasteten Außenumgebung zeigt.

Mi. 16:05 PK 4.1

Technische Akustik

Influences that Affect the Determination of Air Column Resonance Frequencies in Cylindrical Tubes

P. Dlask

Academy of Performing Arts in Prague

Comparison of measured and calculated resonance frequencies of air column oscillating in cylindrical tubes with one open end showed that the resonance frequencies calculated by well-known empiric relations do not correspond to the measured frequencies. But these relations do not respect any effects, which are significant for determination of resonance frequencies. It concerns mainly the effects, which relate to properties of real gas (air) inside a tube and about the influence of surrounding at open end of the tube.

Mi. 16:30 PK 4.1

Technische Akustik

Basisfunktionen für die Beschreibung von Schallfeldern in engen, mit Streukörpern gefüllten Hohlräumen

J. Prager und B. Petersson

TU Berlin, Institut für Technische Akustik

Insbesondere im Bereich geringer modaler Dichte ist die mathematische Beschreibung des Schallfeldes in kleinen, dicht mit Streuelementen gepackten Hohlräumen nur mittels aufwendiger Rechenverfahren möglich. Da für die Analyse der akustischen

Eigenschaften technisch relevanter Systeme die statistische Beschreibung häufig ausreichend ist, wurde in der vorliegenden Untersuchung ein Verfahren entwickelt, welches die Teilräume des komplex geformten Hohlraumes durch ein stochastisches Modell gekoppelter eindimensionaler Wellenleiter annähert. Durch die Analyse der maßgeblichen physikalischen Zusammenhänge konnten Basisfunktionen zur Schallfeldbeschreibung gefunden werden. Die Ergebnisse des vorgestellten Verfahrens wurden mit denen von Messungen verglichen.

Mi. 16:55 PK 4.1

Technische Akustik

Einfluß des Zustandes des Absorbermaterials auf Lärminderung und Verbesserung der Geräuschqualität durch Kapselung

D. Schulz, K. Künzel, C. Steiger und M. Koch

Hochschule Mittweida (FH)

Zur Lärminderung von Maschinen und Anlagen ist im Rahmen eines Projektes eine Kapsel unter Verwendung des Absorbermaterials REAPOR entwickelt und getestet worden. Für verschiedene Maschinengeräusche wurden neben Pegelminderungen von ca. 20 - 30 dB(A) auch deutliche Veränderungen psychoakustischer Messgrößen wie Lautheit, Schärfe, Rauigkeit und Tonalität festgestellt. Das Ausmaß dieser Veränderungen hängt maßgeblich vom Zusammenspiel des Spektrums des Geräusches mit dem frequenzabhängigen Absorptionsgrad des Absorbermaterials im Kapselinneren ab. Im Zusammenhang mit dem Praxiseinsatz dieser Kapseln (z.B. bei Gebläsen auf Kläranlagen) trat u.a. die Frage auf, ob und wie sich der Absorptionsgrad von REAPOR im Vergleich zu anderen bisher verwendeten Materialien bei Verunreinigungen durch Wasser oder Öl ändert. Dabei ist von besonderem Interesse, ob solche Veränderungen reversibel oder irreversibel sind.

Mi. 17:20 PK 4.1

Technische Akustik

Entwicklung einer neuartigen Laserschallquelle

F. Boden

DLR-Braunschweig Abteilung Technische Akustik

Die räumliche Ausdehnung und die Richtcharakteristik vieler in der Akustik verwendeter Schallquellen erweisen sich häufig als

Problem. Zum Teil sind sehr große Abstände zwischen Schallquelle und Modell nötig um ein ebenes Wellenfeld zu erhalten. Außerdem beeinflusst die Geometrie der Quelle (z.B.: Lautsprechergehäuse) oftmals selbst die Messung. Sei es durch schädliche Rückreflexionen oder durch ungewünschtes Beeinflussen der Strömung im Falle aeroakustischer Problemstellungen. Versuche mit Knallkörpern weisen zumeist eine schlechten Reproduzierbarkeit vor und sind deshalb ebenfalls problematisch.

Aufgrund dieser Schwierigkeiten mit herkömmlichen Schallernzeugern wurde in der Abteilung Technische Akustik am DLR Braunschweig eine neuartige Laserschallquelle entwickelt, welche annähernd als eine Punktschallquelle angesehen werden kann. Hierbei wird mittels eines Laserstrahls ein Knall erzeugt, welcher sich als breitbandige Kugelwelle ausbreitet. Die neue Methode der Schallerzeugung birgt die Vorteile, dass sie ohne störende Geometrien im Messgebiet auskommt und keine Richtcharakteristik besitzt.

Der Vortrag soll einen kurzen Überblick über die prinzipielle Funktionsweise der Laserschallquelle geben und einige mögliche Anwendungen darstellen. Grundlegende Parameter, die zum Erzeugen des Knalls nötig sind sollen dabei ebenso betrachtet werden, wie die Charakteristik des entstehenden Schallfeldes.

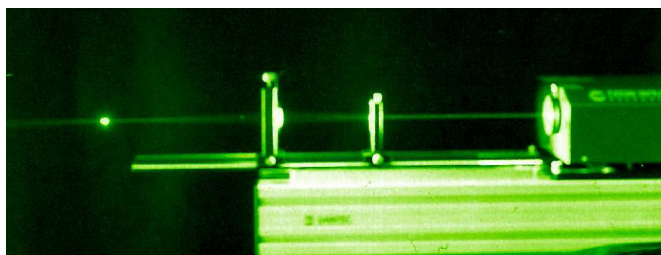


Abbildung: Experimenteller Aufbau zur Erzeugung des Laserknalls

Akustische Ortung mobiler Objekte in großen Räumen

M. Schneider, D. Wehden und R. Salomon

Universität Rostock, Fakultät für Informatik und Elektrotechnik

Dieser Beitrag beschreibt ein System zur akustischen Ortung mobiler Objekte in (großen) geschlossenen Räumen. Die Entwicklung geht von theoretischen Betrachtungen zur Divergenz,

Absorption und Nachhallzeit sowie prognostischen Messungen zur Ausbreitung und zur Laufzeit für verschiedene Schallfrequenzen aus. Aufbauend auf den theoretischen Erkenntnissen und den gemessenen Ergebnissen erfolgt die Konstruktion des Systems unter den folgenden Randbedingungen:

- sehr geringe Kosten - Low-Cost-System
- sehr geringer Installationsaufwand
- sehr einfache Handhabung

Des Weiteren behandelt der Beitrag ebenfalls die Verbesserung der Störanfälligkeit, die durch akustische Nebengeräusche entstehen. Dazu werden die übertragenen Siganlsequenzen randomisiert und auf der Empfängerseite mittels Kreuzkorrelation rekonstruiert. Es wird gezeigt, dass diese Maßnahme zu einer erhöhten Präzision bezüglich der Abstandsbestimmung zu festen Referenzpunkten führt.

Mi. 18:10 PK 4.1

Technische Akustik

Schwingungsverhalten eines flüssigkeitsgefüllten Tanks

R. Kehl, J. Rautenberg und B. Henning

Universität Paderborn - elektrische Messtechnik

In verschiedensten Industriezweigen ist eine nichtinvasive Füllstandsmessung in Flüssigkeitstanks gefordert, insbesondere wenn es sich um aggressive oder explosive Flüssigkeiten handelt oder die Prozessbedingungen den Sensoreinbau nicht zulassen. In diesem Beitrag soll eine Messmethode, die auf dem füllstand-sabhängigen Schwingungsverhalten eines zylindrischen Behälters begründet ist, vorgestellt werden. Durch eine transiente Anregung wird das System zu einer Schwingung, deren Form und Frequenzanteile sich mit dem Füllstand ändern, angeregt. Die Oberflächenbewegungen können sensorisch erfasst, verarbeitet und mit theoretischen Modellwerten verglichen werden. Exemplarisch werden für einen Zylinder unterschiedliche semianalytische Modelle auf Basis schalentheoretischer Ansätze aufgestellt und aus den so gewonnenen Ergebnissen mit Hilfe der modalen Expansion die Reaktion auf ein transientes Eingangssignal ermittelt. Die berechneten Eigenfrequenzen, -moden und Zeitfunktionen werden diskutiert und mit denen einer FEM-Simulation verglichen, um diese verifizieren zu können.

Mi. 8:30 PK 4.3

Körperschall

Die Körperschallausbreitung in versteiften PlattenR. Tschakert und B. Petersson*TU Berlin, Institut für Technische Akustik*

Es werden verschiedene mathematische Modelle vorgestellt, die Schallausbreitung in mit Rippen versteiften Platten zu berechnen. Die jeweiligen Vereinfachungen werden erläutert. Das Platte-Balken-Modell kann mit Hilfe der 'Spatial-Fourier-Transform' gelöst werden. Der Autor stellt Zwischenergebnisse seiner Arbeit vor.

Mi. 8:55 PK 4.3

Körperschall

Transfer Mobilities of Stiffened PlatesB. Petersson*TU Berlin, Institut für Technische Akustik*

To establish a platform for the advancement of design of structural configurations allowing for multiple contact points, transfer and cross-transfer mobilities of built-up plate-like structures have been studied. This is also the basis for generalizations to encompass large, continuous contact areas. The hypothesis that transfer mobilities of plate-like systems are qualitatively similar to those pertaining to beam- and frame-like systems has been tested and found to be valid, provided the locations of the excitation and response positions are not extreme. Quantitatively the two aspects, divergence and non-local reactions from discontinuities, prevent direct transformation of results obtained by means of expressions for the simpler one-dimensional models. Approximations are developed from the complete solution, which are capable of adequately describing the dynamic behaviour also in the transition region between small and large Helmholtz numbers. Both theoretical and experimental results will be presented.

Mi. 9:20 PK 4.3

Körperschall

Manipulation von Biegewellen in Platten mit resonanten Mikro-Struktur-KompositenW. Weith und B. Petersson*TU Berlin, Institut für Technische Akustik*

Die Auswirkungen von resonanten Mikro-Struktur-Kompositen, die in der neutralen Faser eines homogenen Balkens eingebettet werden, sind bereits in früheren Arbeiten untersucht worden (Weith & Petersson, u.a. Novem 2005, DAGA 2005). Mit entsprechender Anpassung der Resonanzfrequenzen dieser Diskontinuitäten konnte die Biegewellenausbreitung in vorbestimmten Frequenzbereichen reduziert werden. In numerischen Berechnungen und experimentellen Versuchen konnten zusätzlich Einflüsse der geometrischen Verteilung (periodisch/aperiodisch, Distanz zur neutralen Faser) nachgewiesen werden. Offen blieb dabei die Frage, welche Wirkungen die geometrischen Muster dieser Diskontinuitäten im 2-dimensionalen Raum erzielen. Im Speziellen sei hier an die Manipulation der Biegewellenausbreitungs-Richtung einer punktförmig angeregten homogenen Platte gedacht. Die Ergebnisse neuester numerischer Berechnungen, die diese und oben genannte Effekte von resonanten Mikro-Struktur-Kompositen auf die Biegewellenausbreitung in Platten einbeziehen, sollen in vorliegender Arbeit vorgestellt werden.

Mi. 9:45 PK 4.3

Körperschall

Körperschallspezifische Berechnungen im vibro-akustischen Design-/Änderungs-Prozess von SchienenfahrzeugenK.-R. Fehse und T. Kohrs*Bombardier Transportation*

Berechnungen für körperschallspezifische Aufgabenstellungen gehören zum systematischen, akustischen Design-Prozess von Schienenfahrzeugen ebenso wie zum -unerwünschten- 'Troubleshooting' am fertigen Schienenfahrzeug. Zur Minderung der Körperschallanregung bieten Eingangsmobilitäts- und Quellenpositionierungs-Konzepte sowohl für die Design- als auch für die Troubleshooting - Phase einfache, effektive und kostengünstige Maßnahmen an, die rechnerisch ausgewählt bzw. überprüft werden müssen. An Hand von einfachen Beispielen (z.B.

Design-Regeln für Zusatzmassen & -steifigkeiten) wird der Einsatz von Berechnungen zur Schallreduktion, zur Generierung komplexer schalltechnischer Informationen und zur Unterstützung des strukturdynamischen ‚Konzept-Denkens‘ für Quell- und Empfangsstruktur diskutiert.

Mi. 10:10 PK 4.3Körperschall

Bauteilanregung durch Punktkräfte

L. Weber und A. Buchele

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Die Berechnung der von Körperschallquellen, wie z. B. haustechnischen Anlagen oder Installationen, in Bauteile eingeleiteten Schall-Leistung ist schwierig und wenig genau. Den einfachsten Fall der sich - sofern die Impedanzen von Quelle und angeregter Struktur bekannt sind - exakt berechnen lässt, stellt die Anregung eines plattenförmigen Bauteils durch eine punktförmige, senkrecht zur Oberfläche einwirkende Kraft dar. Wegen seiner Einfachheit wird dieses Modell in der Praxis häufig verwendet, obgleich die Anwendungsvoraussetzungen in vielen Fällen nur unzureichend erfüllt sind.

Der Einfluss der baulichen Randbedingungen auf die Berechnungsgenauigkeit wurde im Fraunhofer-Institut für Bauphysik im Rahmen einer Messreihe experimentell untersucht. Als Einflussgrößen wurden hierbei die Lage des Anregungsortes auf dem Bauteil, die Befestigung der Quelle (verschiedene Arten von Dübeln) sowie der Beitrag von Kraftkomponenten parallel zur Bauteiloberfläche betrachtet. Aus den durchgeführten Untersuchungen, die größtenteils unter Verwendung des Reziprozitätsprinzips erfolgten, ergeben sich Hinweise zum Anwendungsbereich und zur Genauigkeit der üblichen Berechnungsmodelle für die Körperschalleinleitung in plattenförmige Bauteile.

Mi. 14:00 PK 4.3Körperschall

Akustischer Einfluss von Schmierung in der Modellierung von Schallentstehungsmechanismen in Wälzlagern

J.H. Diniz Guimaraes

RWTH Aachen, Institut f. Techn. Akustik

Die Beschreibung von Anregungsquellen ist eine Herausforderung im Bereich der Maschinendiagnose. Die Früherkennung von

Schäden oder Verschleiß in Maschinenkomponenten hängt direkt zusammen mit Vorkenntnissen über die Schallentstehungsmechanismen aller Schwingungsquellen, von der Art der Maschine und natürlich von ihrem Betriebszustand. In Rahmen eines Forschungsprojektes über die Früherkennung von Schäden in Wälzlagern wurde ein physikalisches Modell für die Berechnung der Anregungskraft, die von dem Wälzlager in die Maschine übertragen wird, entwickelt. In dieser Arbeit sollen die Einflüsse der Schmierung in ein vorhandenes Kontakt-Modell für raue Oberflächen in Wälzlagern untersucht werden. Mit Hilfe der EHL-Theorie (Elasto-Hydro Dynamic) wird die Schnittstelle zwischen Rollkörper und Laufbahnen modelliert und die Anregungskraft und -beschleunigung des Schwingungsmechanismus berechnet. Dies entspricht einer genaueren Beschreibung des Betriebszustandes von Wälzlagern. Mit dieser Beschreibung von der Anregungsquelle hat man ein weiteres Werkzeug Schwingungssignale von Maschinen zu interpretieren und analysieren, die auch sehr hilfreich für das inverse Problem ist, d.h. aus der Schwingung der Maschine auf den Zustand des Lagers zurückzuschließen.

Mi. 14:25 PK 4.3

Körperschall

Neuartige berührbare Schnittstellen durch die Rückprojektion akustischer Wellen

W. Rolshofen, P. Dietz und G. Schäfer

Institut für Maschinenwesen, TU Clausthal

Eine Herausforderung der Zukunft ist die Entwicklung neuartiger Schnittstellen für die Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Mittlerweile gibt es zahlreiche Lösungen, doch es bleibt immer noch ein Optimum aus unterschiedlichen Ansätzen zu verwirklichen. Die Ziele des Projektes "Tangible Acoustic Interfaces for Computer-Human Interaction (TAI-CHI)", das die Europäische Union innerhalb des sechsten Rahmenprogramms fördert, sind die Entwicklung und Verbesserung von Methoden zur Lokalisierung von Schallquellen. Beim Berühren eines physikalischen Objektes oder Klopfen mit einem Finger darauf werden akustische Wellen erzeugt, deren Ausbreitungsweg bis zur Quelle zurückverfolgt werden kann. Hierfür wird ein Verfahren eingesetzt, dass die Amplituden- und Phasenverteilung des Signals auswertet, nachdem der zeitliche Verlauf transformiert wurde. Zur Verdeutlichung

werden in diesem Beitrag die Ergebnisse der Lokalisierung gezeigt, die an unterschiedlichen Materialien durchgeführt wurden. Außerdem wird erklärt, welche Voraussetzungen für diese Methode und deren erfolgreichen Einsatz als berührbare Schnittstelle gewährleistet sein müssen.

Mi. 15:15 PK 4.3

KFZ I

Beurteilung von Bremsenquietschen im Fahrversuch - Psycho-akustische Parameter und messtechnische Konzepte

M. Haverkamp

FORD Werke GmbH - Entwicklungszentrum Merkenich

Bremsenquietschen entsteht durch selbsterregte Schwingungen im Bremssystem. Auch wenn dort Maßnahmen zur Geräuschminderung angewandt werden, kann es zur Geräuschentstehung kommen, wenn spezifische Randbedingungen erfüllt sind. Dies gilt für bestimmte Werte von Temperatur, Bremsdruck, Verzögerung und Lenkwinkel ebenso wie für zahlreiche Parameter der Schnittstelle zwischen Reibmaterial und Scheibe/Trommel, wie Form und Lage der Beläge, Reibwert, Druckverteilung auf der Reibfläche und Feuchtegehalt - bis hin zu mikrostrukturellen Gegebenheiten. Um Maßnahmen zur Geräuschminderung zu optimieren, müssen alle in der Praxis möglichen Parameterkonstellationen auf die daraus resultierende Geräuschneigung hin geprüft werden. Prüfstandsversuche werden daher als Matrix-Tests ausgelegt. Zur Beurteilung des Geräuschverhaltens im Fahrversuch werden Teststrecken verwendet, die eine möglichst umfassende Variation aller Parameter unter realen Fahrbedingungen ermöglichen. Dabei kann auch die Vorgeschichte der Bremse (Verschleiß sowie Einwirkung von Staub, Feuchtigkeit und Salz) entsprechend konditioniert werden. Ein Hauptproblem der Messung an akustisch verbesserten Systemen besteht in der geringen Häufigkeit der auftretenden Geräusche. Ein Mess-System für Bremsengeräusch muss daher über intelligente Algorithmen der Geräuschdetektion verfügen, die nur bei vorhandenem Bremsgeräusch eine Signalaufzeichnung und -analyse initiieren, dabei jedoch alle hörbaren Geräusche berücksichtigen. Der Vortrag gibt zunächst einen Überblick über die für die Wahrnehmung von Bremsenquietschen relevanten psycho-akustischen Parameter. Unter Berücksichtigung

der vom Fahrzeughersteller angewandten Entwicklungsstrategien werden daraus Anforderungen für ein Mess-System abgeleitet, das alle für die Beurteilung erforderlichen Daten zur Verfügung stellt.

Mi. 15:40 PK 4.3

KFZ I

Perception Thresholds for Sinusoidal and Impulsive Vibration on the Brake Pedal

T. Zöller und F. Attia

Robert Bosch GmbH

Antiblockiersysteme (ABS) im Kraftfahrzeug rufen Vibrationen am Bremspedal hervor, die das subjektive Komfortempfinden des Fahrers beeinflussen. Bestehende Veröffentlichungen beschäftigen sich hauptsächlich mit der Wahrnehmung von Ganzkörpervibrationen für sitzende Versuchspersonen. In unserer Studie wurden den Teilnehmern Vibrationen am Bremspedal in einem realistischen Fahrzeugsimulator zur Bewertung dargeboten, wobei sie eine fahrzeugtypische Sitzhaltung einnahmen und das Pedal mit unterschiedlichen Kräften betätigten. Die Wahrnehmungsschwellen für Bremspedalvibrationen wurden für sinusförmige und impulshaltige Stimuli gemessen. Die sinusförmigen Testsignale variieren im Frequenzbereich von 10 bis 500 Hz, während die impulsförmigen Stimuli analog zu realen durch ABS hervorgerufenen Vibrationen synthetisiert wurden. Die Messung der Wahrnehmungsschwellen wurde für verschiedene Pedalkräfte wiederholt, die den Bereich normaler Fahrbedingungen repräsentieren. In unserem Beitrag stellen wir Kurven für Wahrnehmungsschwellen für die erwähnten Stimuli vor, die eine Vorhersage darüber erlauben, ob eine Vibration am Bremspedal wahrnehmbar ist oder nicht und wie weit ein gegebener Vibrationspegel von diesem Limit entfernt ist. Unsere Ergebnisse können benutzt werden, um den minimalen Vibrationspegel zu bestimmen, der notwendig ist, um dem Fahrer Rückmeldung über die Aktivierung des ABS zu geben.

Übertragung des Verzahnungsgeräusches von Allradgetrieben

R. Arndt^a, W. Fließner^a, J. Schmidt^b und K. Karaca^c

^aACC; ^bAVL List GmbH; ^cMagna Steyr Fahrzeugtechnik

Durch die immer leiser werdenden Motoren und Reifen erlangt das Getriebegeräusch eine höhere Bedeutung. Insbesondere bei Mittel- und Oberklassefahrzeugen wird vom Kunden erwartet, dass kein Verzahnungsgeräusch mehr im Innenraum hörbar ist. Bei Allradfahrzeugen stellt sich dabei nicht nur die Frage, ob die Hauptursache für das im Innenraum störende Getriebegeräusch in der Verzahnung und / oder in einem ungünstigen Übertragungsverhalten in den Fahrzeuginnenraum zu suchen ist, sondern es muss zusätzlich noch geklärt werden, ob das Vorderachs- oder das Hinterachsgetriebe die Hauptursache für das Geräusch im Innenraum darstellt.

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes von ACC, AVL und Magna Steyr Fahrzeugtechnik wurde bei einem Oberklasse Allradfahrzeug untersucht, welche Geräuschwege in den Innenraum von dominanter Bedeutung sind. Dabei wurde mit Hilfe von Korrelationsmethoden ein Verfahren entwickelt, mit dem einerseits entschieden werden kann, ob auf den Luftschall- oder den Körperschallübertragungswegen das Getriebegeräusch in den Innenraum übertragen wird, sondern es kann zusätzlich auch noch quantifiziert werden, wie stark Vorderachs- und Hinterachsgetriebe an der Geräuschübertragung beteiligt sind.

Für das beschriebene Verfahren sind Ausgangsmessungen an einem Fahrzeug auf einem Akustikrollenprüfstand erforderlich. Weitergehende Untersuchungen - beispielsweise die Beurteilung anderer Verzahnungsauslegungen - können aber auch auf einem Antriebsstrangprüfstand erfolgen.

Das Verfahren wird bezüglich seiner Methodik beschrieben und es werden exemplarisch Ergebnisse an einem PKW Allrad-Oberklassefahrzeug gezeigt.

Mi. 16:30 PK 4.3

KFZ I

Optimierung der Schallabstrahlung eines Pkw-GetriebesO. Von Estorff^a, M. Markiewicz^b, R.J. May^c und O. Zaleski^b^a*TU Hamburg-Harburg*; ^b*Novicos GmbH*; ^c*Volkswagen AG*

Im Rahmen der Entwicklung von Antrieben spielen deren vibroakustische Eigenschaften eine wichtige Rolle und es kommen vermehrt Berechnungsverfahren zum Einsatz. Dabei wird in vielen Fällen zunächst nur die sich in Folge von Betriebsschwingungen ergebende Schallabstrahlung untersucht und es werden eventuell sinnvolle Änderungen erneut berechnet. In dem hier vorgestellten Beitrag geht es um eine Optimierung der Schallabstrahlung eines Getriebegehäuses. Es wird eine geometrische Form des Getriebegehäuses gesucht, mit der sich die abgestrahlte Schallleistung deutlich verringern lässt. Hierbei sind Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen zu berücksichtigen, aus denen sich die kritischen Betriebszustände des zu untersuchenden Getriebes ergeben. Zudem lassen sich diejenigen Bereiche der Gehäuseoberfläche eingrenzen, die den größten Einfluss auf die Schallabstrahlung haben. Es wird ein effizientes Vorgehen vorgestellt, welches auf der Boundary-Elemente-Methode und Verfahren der multidisziplinären Optimierung basiert. Im vorliegenden Fall konnte eine deutliche Verringerung der Schallabstrahlung erreicht werden.

Mi. 16:55 PK 4.3

KFZ I

Luftsäulenresonanzen in Abgasanlagen und der Einfluß auf den über Oberflächen abgestrahlten SchallJ.-F. Brand und S. Schwarzwälder*Tenneco Inc., Heinrich Gillet GmbH*

Die Entwicklung von Kraftfahrzeugen führt zu einer Vielzahl an zusätzlichen komplexen Komponenten, die u. a. der passiven und aktiven Sicherheit dienen oder dem Komfort. Dadurch verringert sich zunehmend der Bauraum und damit die Designfreiheit der einzelnen Komponenten. Gleichzeitig hat sich das Fahrzeuggewicht durch zusätzliche Komponenten innerhalb der letzten 20 Jahre um 40 - 50 % erhöht. Im Bereich der Abgasanlagen geht der Trend zu flachen Geometrien, die sich dem Unterboden anpassen. Dieses führt zu einer deutlichen Steigerung des Gewichtes um mehr als 100 % gegenüber einem runden Design. Damit ergeben sich Kostensteigerungen durch mehr Material, das

einen Anteil von ca. 50 % der Gesamtkosten hat. Unter den Randbedingungen des globalen Marktes, der mit Kostensteigerungen des Stahlpreises zu kämpfen hat, ein unerwünschter Effekt. Die genaue Kenntnis der Anregung, der Übertragungsfunktion und des Abstrahlungsverhaltens der Bauteile ist daher wichtig, um Bauteile ohne Verlust in der akustischen Performance kostengünstig auszulegen. Bisherige Veröffentlichungen konzentrieren sich auf den Übertragungsfunktion des Bauteils. In diesem Paper soll auf eine spezielle Art der Anregung der Struktur eingegangen werden - die Luftsäulenresonanz. Stehende Wellen in der Abgasanlage beeinflussen nicht nur das Mündungsgeräusch, auch die direkte Abstrahlung über die Oberflächen wird deutlich beeinflusst. Dieses Paper zeigt die physikalischen Mechanismen, deren Einfluss auf den über Oberflächen abgestrahlten Schall und Möglichkeiten der experimentellen und analytischen Analyse - und Abhilfemaßnahmen. Erläutert werden die Maßnahmen an einem ausgeführten Beispiel.

Mi. 17:20 PK 4.3

KFZ I

Erste Erfahrungen mit einem Baukastensystem zur Untersuchung des akustischen Verhaltens von Komponenten für Ansaug- und Abgasschalldämpfer

W. Foken und G. Bau

Westsächsische Hochschule Zwickau (FH)

Die akustische Wirksamkeit von Schalldämpfern in Ansaug- und Abgasanlagen ist häufig schwierig im Voraus zu prognostizieren. An der Westsächsischen Hochschule wurde deshalb ein Baukastensystem für Komponenten von Ansaug- und Abgasanlagen entwickelt. Das Baukastensystem ist mit einem Prüfstand zur Simulation pulsierender Strömungen gekoppelt und gestattet somit die realitätsnahe Untersuchung der akustischen Eigenschaften beliebiger Komponenten von Ansaug- und Abgasanlagen unabhängig vom realen Motor. Neben den Kenngrößen Einfügungs- oder Durchgangsdämpfung kann zum Beispiel für Abgasanlagen auch der zu erwartende Mündungsschall realitätsnah simuliert werden. Das Baukastensystem wird mit seinen wichtigsten konstruktiven Eigenschaften vorgestellt. An Modellbeispielen wird die Realisierung typischer Ansaug- und Abgasanlagen aus dem Bereich Motorräder dargestellt. Die akustischen Eigenschaften werden für unterschiedliche Motoren dokumentiert.

Mi. 17:45 PK 4.3

KFZ I

Quellcharakterisierung durch MultipolsyntheseM. Vorländer und G. Behler*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Für die binaurale Transferpfadsynthese, BTPS, ist eine Separierung von Teilkomponenten der Schall- und Schwingungsübertragung notwendig. Bei der Beschreibung von Luftschallübertragung ist dabei die Dreidimensionalität der Quellen, deren Komplexität und die Reduktion auf eine begrenzte Anzahl von Ersatzquellen eine große Herausforderung. Sobald die Quelle ausreichend genau beschrieben ist, können unter Einrechnung von gemessenen oder berechneten Übertragungsfunktionen bis zum Empfänger (typischerweise ein Kunstkopf) Signale erzeugt (auralisiert) und, z.B. in Vergleichsstudien an verschiedenen Quellen weiter untersucht werden. Die Luftschallübertragung von Verbrennungsmotoren in den dicht gepackten Motorraum und über die Schottwand zum Fahrerohr ist dabei besonders schwierig, denn es muss eine robuste Schnittstelle zwischen Quelle und Übertragungsfunktion definiert werden. In diesem Beitrag wird als Schnittstelle die Oberflächenschnelle des Motors aus einer Prüfstandsmessung im Freifeld mit Hilfe von Multipolen rekonstruiert. Die Genauigkeit und die Verwendbarkeit wird untersucht und hinsichtlich einer Weiterentwicklung der BTPS diskutiert.

Mi. 18:10 PK 4.3

KFZ I

Structure-borne noise prediction in vehicle components using a Hybrid FEM-SEA methodL. Miranda und P.-H. Bensler*Volkswagen AG*

The hybrid FE-SEA method was developed to improve the prediction of structure borne noise in mid-frequency range.

The approach uses the modal global response calculated with FE Models and the exact coupling loss factor from the energy matrix response. Statistical energy analysis (SEA) is a lumped parameter approach currently in widespread use for high frequency analysis. In this investigation, hybrid FE-SEA and SEA models were developed for Automotive components. A generalized joint

process was develop and used for processing the various coupling between structural subsystems. The first validated results are presented and discussed in this presentation

Mi. 8:55 PK 4.4

Lärm I

Minderung von Unterwasserschall bei Offshore-Rammarbeiten

K. Betke und M. Schultz - Von Glahn

ITAP - Institut für technische und angewandte Physik GmbH

Beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen werden Stahlrohre von mehreren Metern Durchmesser bis zu 30 m in den Meeresboden gerammt. Überwiegend wird dazu die bewährte Impulsrammtechnik eingesetzt. Dabei werden unter Wasser sehr starke Schallimpulse erzeugt; z.B. können in 1 km Abstand noch Spitzenschalldrücke von mehreren tausend Pascal auftreten. Diese Geräusche sind für Meereslebewesen potenziell gefährlich. Die Baugenehmigungen enthalten deshalb die Auflage, dass die Arbeiten nach dem Stand der Technik so geräuscharm wie möglich erfolgen müssen, aber auch konkrete Schalldruck-Grenzwerte. Schallschutzmaßnahmen sind daher erforderlich. Die Wirksamkeit verschiedener Abschirmungen wurde zunächst anhand von Modellrechnungen untersucht. Des weiteren werden Messungen an einem Stahlrohr vorgestellt, dessen Abmessungen mit denen bei realen Bauvorhaben vergleichbar sind (2,20 m Durchmesser, 50 mm Wandstärke). Erprobt wurden ein Neoprene-Vorhang sowie eine Ummantelung des Rammguts aus stark lufthaltigem Material.

Mi. 9:20 PK 4.4

Lärm I

Qualität der Schallimmissionsprognose für Windenergieanlagen

B. Dörries

Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH

Im März 2005 hat der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) die "Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen (WEA)" des Arbeitskreises Geräusche der Fördergesellschaft Windenergie e. V. zustimmend zur Kenntnis genommen. Der LAI empfiehlt den Ländern danach zu verfahren. In den Hinweisen des LAI werden die Anforderungen der TA Lärm

an die Durchführung von Immissionsprognosen im Rahmen der Errichtung und des Betriebes von WEA konkretisiert. Bei der Prognose ist eine Nicht-Überschreitung der Immissionsrichtwerte durch Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten (Produkt- oder Serienstreuung, Messunsicherheit) und der Ausbreitungsrechnung sicherzustellen. Der Nachweis soll mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % geführt werden.

Unsere Erfahrungen zeigen, dass die Anforderungen der Aufsichtsbehörden an die Prognose trotzdem von Behörde zu Behörde durchaus unterschiedlich gehandhabt werden.

Wir stellen daher unseren Vorschlag zum Vorgehen anhand eines praktischen Beispiels zur Diskussion. Die verwendete Methode basiert auf Veröffentlichungen von Herrn Piorr vom Landesumweltamt NRW sowie dem im Programm Cadna A der Fa. Datakustik z. T. bereits implementierten Verfahren.

Mi. 9:45 PK 4.4

Lärm I

Spitzenschalldruckpegel bei platzenden Rohren und Schläuchen

R. Paulsen

BGIA - Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz

Akustische Unfälle haben oft bleibende Hörschäden wie Tinnitus oder Lärmschwerhörigkeit zur Folge. Die VDI 2058 Blatt 2 "Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung" geht davon aus, dass Einzelereignisse mit einem Schalldruckpegel $L_{AI} = 135$ dB zu Gehörschäden führen, dies entspricht Spitzenschalldruckpegeln von 150 dB(C) und mehr. Insbesondere Knalle und Explosionen können solch hohe Pegel aufweisen. Im Zusammenhang mit Untersuchungen zu verschiedenen akustischen Arbeitsunfällen mit platzenden Rohren und Schläuchen wurden am BGIA Experimente durchgeführt, um messtechnisch die dabei auftretenden Schallbelastungen zu ermitteln. Berichtet werden Ergebnisse aus Messungen an platzenden Heizungsrohren, berstenden Stahlrohren und platzenden PVC-Schläuchen.

Mi. 10:10 PK 4.4

Lärm I

Untersuchung des Schlaggeräuschs an Häckselmaschinen und konstruktive Lärminderung

M. Klausner*Labor f. Hydraulik und Maschinenkonstruktion Kiel*

Fahrbare Häckselmaschinen werden zur Umweltpflege von Gemeinden und Gartenbaubetrieben zum Zerkleinern von Büschen und Bäumen mit Stammdicken bis zu 0,15 m verwendet. Die Schneidmechanik besteht aus einem Schwungrad, das mit 1000 1/min dreht und mit Schneidmessern besetzt ist. Derartige Maschinen sind sehr robust, von einfacher Konstruktion und vergleichsweise billig. Ihr wesentlicher Nachteil gegenüber konkurrierenden Geräten ist die extrem hohe Geräuschemission, die sowohl das Bedienpersonal als auch die Bewohner in der Umgebung des momentanen Arbeitsstandorts erheblich belästigt. Beim Bedienpersonal wurden gesundheitsbeeinträchtigende Schallpegel - bis zu 115 dB - gemessen. Diese Größenordnung ist problematisch, da hiergegen persönliche Schutzmittel aufwendig sind, die körperliche Leistungsfähigkeit der Bediener mindern und daher faktisch kaum angelegt werden. Im Labor wurden mittels vergleichender Messungen an standardisierten Probehölzern verschiedene konstruktive Maßnahmen zur Minderung der Emission untersucht und die für die Schallabstrahlung verantwortlichen Komponenten identifiziert. Prinzipbedingt muß der Arbeitsraum frei zugänglich sein, so daß der Direktschall die wesentliche Lärmquelle ist. Um diesen Mechanismus zu analysieren wurde er durch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mit bis zu 10E4 Bilder/sec untersucht, dies wird als Video-Clip vorgestellt. Mit verschiedenen konstruktiven Modifikationen an Zuführmechanismus und Messern konnte der Vorgang optimiert und damit eine Geräuschminderungen von 15 dB erreicht werden.

Mi. 14:00 PK 4.4

Lärm I

Richtlinien ISO 17201 über die Messung und Prognose von Schießlärm

D. Kühner*deBAKOM GmbH*

Bei Schießlärm handelt es sich um transiente Vorgänge, die nicht mit den bisher üblichen Methoden zur Charakterisierung

der Quelle durch eine Schallleistung behandelt werden können. Daher führt der obige Normenzyklus, der fünf Teile umfasst, die auf eine Sekunde bezogene Schallenergie ein. Es wird anhand gemessener Beispiele die Methode zur Bestimmung der Schallenergie und der Richtwirkung dargestellt, bzw. deren Vorausberechnung aus technischen Daten. Neben dem Mündungsknall ist unter bestimmten Umständen der Geschossknall zu berücksichtigen. Die Prognose dieser Anteile wird dargelegt, wie auch die Berechnung aus technischen Daten.

Mi. 14:25 PK 4.4

Lärm I

Geräusche von Skateanlagen - Beurteilungshinweise und Lärminderungsmaßnahmen

A. Wellhöfer^a und C. Fend^b

^a*Bayer. Landesamt für Umwelt*; ^b*ACCON GmbH*

Durch den Betrieb von Skateanlagen entstehen, ähnlich wie bei anderen Sport- und Freizeitanlagen, oft beträchtliche Geräusche. Damit sie in der Nachbarschaft nicht zu unverträglichen Immissionen führen, sind bereits im Planungsstadium Prognoseberechnungen erforderlich. Das schalltechnische Beratungsbüro ACCON GmbH hat dafür im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und mit Finanzierung durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz die Geräuschemissionen und -immissionen untersucht. Dazu wurden Messungen an 15 Skateanlagen mit variierenden Einzeleinrichtungen wie Bank, Funbox, Coping Ramp, Minipipe, Olliebox, usw. vorgenommen und deren Emissionskennwerte ermittelt.

Im Rahmen der Untersuchungen hat es sich herauskristallisiert, dass die Skate-Einrichtungen zwei unterschiedlichen Nutzungsarten zuzuordnen sind. Das sind zum einen Einrichtungen, auf denen einzelne abgeschlossene Manöver (einzelner Sprung auf Funbox) ausgeführt werden (Fall 1) und zum anderen Einrichtungen, auf denen ein länger andauerndes Skaten (Fall 2) erfolgt. Dies ist bei der Ermittlung der Ausgangsdaten zur Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen.

Hinsichtlich Lärminderung wird eine Einschränkung der Nutzergruppe -Inliner- oder Skateboard-FahrerInnen- nicht als sinnvolle Lärminderungsmaßnahme angesehen. Am Besten sind ausreichende Abstände zur Wohnbebauung. Es gibt aber auch Möglichkeiten der Anordnung, der Bauweise und des Materials von

Skate-Einrichtungen sowie organisatorische Maßnahmen, die zu einer Verminderung der Geräusche beitragen.

Mi. 14:50 PK 4.4

Lärm I

Geräusche von Skateanlagen - Messungen, Erhebungen und Auswertung

C. Fend^a und A. Wellhöfer^b

^a ACCON GmbH; ^b Bayer. Landesamt für Umwelt

Skateanlagen verursachen erhebliche Geräusche. Damit sie in der Nachbarschaft nicht zu unverträglichen Immissionen führen, sind bereits im Planungsstadium schalltechnische Prognoseberechnungen notwendig. Im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und mit Finanzierung durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz wurden die Geräuschemissionen und -immissionen untersucht.

Das Untersuchungsvorhaben wird vorgestellt. Zunächst werden die Skateanlagen und deren Nutzer beschrieben sowie die verschiedenen Skate-Einrichtungen und für Skateanlagen spezifische Begriffe erklärt. Die Messungen, Erhebungen und Auswertungen werden erläutert und die ermittelten Emissionskennwerte und deren maßgebliche Einflussgrößen vorgestellt. An Beispielen werden Berechnungen, die auf den ermittelten Emissionsdaten basieren, mit Ergebnissen aus Langzeitmessungen verglichen.

Mi. 15:40 PK 4.4 Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation

Gewichtete Distanzmaße zur Beurteilung der Aussprachequalität nicht muttersprachlicher Probanden

R. Jaeckel

Technische Universität Dresden, Fak.- Elektrotechnik, IAS

Die hier referierte Untersuchung ist Bestandteil des Kooperationsprojektes AzAR, dessen Ziel die Implementierung von Sprachtechnologien in ein Lernsystem für das Training der deutschen Aussprache darstellt. Der Prototyp ist für Lernende mit der Ausgangssprache Russisch konzipiert. Eine zentrale Aufgabenstellung ist das automatische Detektieren von Abweichungen auf Segmentebene (Lautsubstitutionen, Elisionen, Epenthese). Im Ergebnis der linguistischen Untersuchung und statisti-

schen Auswertung manuell segmentierter Daten von 12 erwachsenen Lernenden mit Muttersprache Russisch und Vergleichsdaten von 12 deutschen Muttersprachlern (je 745 Sätze/ Prasen) wurden 48 charakteristische Lautrealisationen ermittelt, die entweder außerhalb der allophonischen Streuung der entsprechenden deutschen Phoneme liegen (z. B. /g/ und /x/ als Ersatzallophone für /h/) oder auf Grund phonotaktischer Restriktionen des Standarddeutschen in bestimmten Positionen ausgeschlossen sind. Signifikante Unterschiede zwischen Lernenden der Grund-, Mittel- und Oberstufe zeigten sich sowohl in der Häufigkeit von Segmentersetzungen als auch im Grad der Abweichung vom Streubereich der standarddeutschen Segmente. Es versteht sich, dass die akzentbedingten Aussprachevarianten qualitativ sehr unterschiedliche Annäherungen an die Normaussprache repräsentieren. Zur Beurteilung der Aussprachequalität wird ein metrisches System verwendet, das auf maschinell segmentierte Daten zugreift. Die Distanzmetrik lehnt sich an die von VIEREGGE/RIETVELD & JANSEN für die Beurteilung dialektaler Aussprachevarianten entwickelte Merkmalsmatrix an. Die Segmentabstände bilden die Basis für den Levenshteinschen Sequenzvergleich, der die Distanz zwischen zwei Sequenzen als Summe der Kosten aller Operationen definiert, die notwendig sind, um die eine in die andere Sequenz zu transformieren. Die so gewonnenen aggregierten Distanzmaße werden durch die Einbeziehung akustischer Parameter sowie der Ergebnisse psychometrischer Hörtests gewichtet.

Mi. 16:05 PK 4.4 Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation

A Method for Measuring the Speech Reception Threshold in Different Languages

A. Raake^a und B.F. Katz^b

^a*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*; ^b*LIMSI-CNRS*

For studying human speech perception performance in noisy environments, intelligibility threshold measurements are often used. Such intelligibility thresholds can be defined as the level of the target speech signal vs. the level of one or several distracting signals leading to a certain percentage of speech intelligibility. The sensitivity of the psychometric function of intelligibility over signal-to-distracter level is typically highest at the 50% intelligibility threshold, the “speech reception threshold” (SRT). The SRT can be determined using an adaptive procedure that employs

lists containing a number of sentences: Each list corresponds to one acoustical test condition. In the past, such sentence material has been developed for different languages, like Swedish, English, German and Finnish. However, these tests vary in the complexity and number of sentences. In our paper, we present an SRT test method that is based on semantically unpredictable sentences (SUS). Our goal was to develop a method that can easily be ported to other languages, but is still based on a reasonably large word-lexicon. The SUS approach allows these goals to be achieved, since five different syntactic structures are available for several languages (Benoît et al., 1996). The paper discusses the validity and reliability of the test method for the example of the French language, for which no SRT test method had been developed so far.

Mi. 16:30 PK 4.4 Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation

Wie beurteilen Hörgeschädigte die Übertragungsqualität von Telefonsprache?

U. Jekosch^a, R. Drullman^b, K. Eneman^c, R. Huber^d, J. Krebber^a, H. Luts^c und R. Martin^e

^a*TU Dresden*; ^b*TNO Human Factors*; ^c*Katholieke Universiteit Leuven*; ^d*CvO-Universität Oldenburg*; ^e*Ruhr-Universität Bochum*

Moderne Telekommunikationssysteme sind nahezu ausnahmslos auf normal hörende Benutzer ausgerichtet. Bekanntermaßen haben aber hörgeschädigte Personen sehr häufig Probleme, über Telekommunikationssysteme übertragene Sprache zu verstehen und kommunikativ zu reagieren. Folglich vermindern solche Verstehbarkeits- und Kommunikationseinbußen die Nutzbarkeit von Telekommunikationssystemen für die Gruppe von hörgeschädigten Kunden in erheblicher Weise. Ein wesentlicher Grund für dieses Manko ist nicht etwa eine unzulängliche technische Optimierungsmöglichkeit von Sprachübertragungssystemen für Hörgeschädigte, sondern eher die Tatsache, dass es an einer verlässlichen Datengrundlage dazu fehlt. Es gilt zu ermitteln, wie sich die wahrgenommene Sprachübertragungsqualität verschiedener Telekommunikationssysteme und -netze in Abhängigkeit von unterschiedlichen hörgeschädigten Benutzergruppen ändert. Dazu werden umfangreiche Untersuchungen mit hörgeschädigten Versuchspersonen durchgeführt, wobei das zu übertragende Sprechmaterial mittels eines Sprachübertragungssimulators generiert wird. Die beschriebenen Untersuchungen sind

Teil des EU-Projekts HEARCOM, dessen erste Ergebnisse vorgestellt werden.

Mi. 16:55 PK 4.4 Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation

Qualitätsdimensionen bei der Sprachübertragung in modernen Telekommunikationsnetzen

M. Wältermann^a, K. Scholz^b, A. Raake^c, U. Heute^b und S. Möller^c

^a*Institut für Kommunikationsakustik (Bochum);* ^b*Lehrstuhl für Netzwerk- und Systemtheorie (Kiel);* ^c*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*

Bei der Übertragung von Sprache in modernen Telekommunikationsnetzen können eine Vielzahl von Faktoren die vom Benutzer wahrgenommene Qualität beeinträchtigen. Dies sind neben konventionellen Leitungseigenschaften (z.B. Dämpfung, Rauschabstand) und Codecs auch Endgeräte mit unterschiedlichen akustischen Eigenschaften (z.B. Freisprecheinrichtungen) und Effekte aufgrund von Signalverarbeitung (z.B. Geräuschreduktion, Voice Activity Detection). Zeitvariante Effekte lassen sich beispielsweise bei Paketverlusten in Voice-over-IP-Verbindungen beobachten.

Aussagen über die Qualität solcher Verbindungen sind nur durch den Benutzer möglich, der das Qualitätsurteil durch einen vorherigen internen Vergleich des Wahrgenommenen mit seiner Erwartung, einer benutzer-internen Referenz fällt. Welche Charakteristiken des Sprach-Hörereignisses seinem Urteil zugrunde liegen und in welchem Maße ist zunächst unbekannt.

Um die bezüglich der Qualität relevanten Eigenschaften zu identifizieren, wurden mehrere auditive Experimente durchgeführt, die hier vorgestellt werden sollen. In diesen Experimenten wurde ein Satz von unterschiedlich verarbeiteten Sprachproben bewertet, der ein großes Spektrum potenziell auftretender Störungen repräsentiert. Multidimensionale Analysen ergaben drei für diese Stimuli stabile und orthogonale Dimensionen, die der Sprachqualität zugrunde liegen: 'Kontinuität', 'Direktheit/Frequenzgehalt' und 'Rauschhaftigkeit'. Durch eine Abbildung dieser Dimensionen auf Gesamtqualitätsurteile konnte 'Kontinuität' als die perzeptiv wichtigste Dimension identifiziert werden.

Die Idee der Modellierung der Gesamtqualität mit Hilfe perzeptiver Dimensionen soll als Basis für ein instrumentelles Verfah-

ren zur Schätzung der Gesamtqualität übertragener Sprache dienen. Hierzu wird ein Ausblick auf Arbeiten eines laufenden DFG-Projektes gegeben.

Mi. 17:20 PK 4.4 Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation

Messtechnische Erfassung der Qualitätsdimension 'Direktheit/Frequenz-gehalt' zur instrumentellen Analyse und Beurteilung von Sprachqualität

K. Scholz^a, M. Wältermann^b, L. Huo^a, A. Raake^c, S. Möller^c und U. Heute^a

^a*Lehrstuhl für Netzwerk- und Systemtheorie (Kiel);* ^b*Institut für Kommunikationsakustik (Bochum);* ^c*Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin*

Moderne Telekommunikationsnetze verursachen bei der Übertragung von Sprachsignalen vielfältige Störungen und Verformungen dieser Signale. Diese Beeinflussungen können die vom Nutzer wahrgenommene Qualität eines Systems beeinträchtigen. Zur Beschreibung der Gesamt-Sprachqualität eines Systems dient der Mean-Opinion-Score (MOS). Zur Analyse von Sprachqualität sind MOS-Werte jedoch nicht ausreichend; hierzu sind differenziertere Qualitätsurteile notwendig.

Ziel unserer Arbeit ist es, ein instrumentelles diagnostisches Verfahren zur Analyse und Beurteilung von Sprachqualität zu entwickeln. Unser Ansatz basiert auf der Beurteilung von drei Qualitätsdimensionen, die jeweils einzelne qualitätsrelevante Eigenschaften eines Sprachsignals erfassen: 'Direktheit/Frequenzgehalt', 'Kontinuität' und 'Rauschhaftigkeit'. Eine Schätzung der Gesamtqualität soll durch geeignete Verknüpfung der Einzel-Dimensionen erreicht werden. Von diesem auf orthogonalen perzeptiven Dimensionen basierenden Ansatz erwarten wir, dass er die heutzutage in realen Netzen auftretenden Störungen weitestgehend berücksichtigt. Idealerweise decken die gefundenen Dimensionen auch Störungen ab, wie sie in zukünftigen Systemen auftreten werden. Wird die Qualität eines neuen Systems von zusätzlichen perzeptiven Attributen bestimmt, erwarten wir, dass das instrumentelle Verfahren relativ einfach um die Erfassung dieser neuen Dimension erweitert werden kann.

Hier stellen wir einen Ansatz zur instrumentellen Erfassung des Attributs 'Direktheit/Frequenzgehalt' vor. Diese Dimension beschreibt den qualitätsrelevanten Einfluss, den der Frequenzgang

eines Systems auf ein vom System verarbeitetes Sprachsignal hat. Ausgehend von den Frequenzgang-Parametern Bandbreite und Mittenfrequenz haben wir einen instrumentellen Schätzer für diese Dimension entwickelt. Die mit diesem Attribut-Schätzer erzielten Resultate werden vorgestellt. Außerdem wird ein Modell der untersuchten Qualitätsdimension vorgestellt, das u.a. zur Bestimmung weiterer dimensions-relevanter Parameter genutzt werden kann.

Mi. 17:45 PK 4.4 Qualitätsaspekte sprachl. Kommunikation

How Interactive are Telephone Conversations?

F. Hammer

Forschungszentrum Telekommunikation Wien ftw.

The emergence of Voice-over-IP (VoIP) has raised increasing interest in a detailed exploitation of the impact of transmission impairments such as packet losses or transmission delay on the Quality-of-Service as perceived by the end-user. The delay impairment plays a special role as a degradation: especially when there is no echo on the line, delay is not perceived by means of a 'listening-only' degradation. Instead, pure delay impairs the interaction between the conversation participants. So far, neither the interactivity of telephone conversations nor the dependencies between delay, interactional parameters, and perceived speech quality have been studied in detail.

In this paper, we present a framework which allows a formal description of conversational interactivity in terms of instrumentally measurable parameters. We apply this approach to conversations recorded during speech quality tests. In this study, we analyze the parameters of interaction resulting from a variety of conversation scenarios carried out using connections at different amounts of transmission delay. The results are discussed with focus on the relation between transmission delay, conversational interactivity, and perceived speech quality.

Messung und Vorhersage der Effizienz bei der Interaktion mit Sprachdialogdiensten

S. Möller

Deutsche Telekom Laboratories, TU Berlin

Ein wichtiger Aspekt der Qualität sprachlicher Kommunikation ist ihre Effizienz, d.h. das Verhältnis von eingesetzten Ressourcen zur Erreichung des kommunikativen Zieles. Effizienz spielt insbes. bei der Interaktion mit Sprachdialogdiensten eine große Rolle, bei denen das Ziel der Interaktion durch die Möglichkeiten des Systems vorgegeben ist, bspw. bei Auskunftssystemen oder beim Telefon-Banking. Zwei Arten von Effizienz sind hierbei zu unterscheiden: Die Effizienz der sprachlichen Interaktion selbst (*communication efficiency*), d.h. bezogen auf den Verlauf des Dialogs zwischen Benutzer und System, und die Effizienz bei der Lösung der übergeordneten Aufgabe (*task efficiency*), d.h. bezogen auf das Ziel, das durch die Benutzung des Systems erreicht werden soll.

Im Rahmen des EU-geförderten IST-Projektes INSPIRE wurde die Effizienz der Interaktion mit einem Smart-Home-System untersucht. Dazu wurden Benutzer zu verschiedenen Qualitätsaspekten befragt, und es wurden Parameter extrahiert, die den Verlauf der Interaktion zwischen Benutzer und System quantitativ erfassen. Es zeigt sich, dass die Benutzerurteile zur Effizienz nur sehr gering mit den gemessenen bzw. annotierten Parametern korrelieren, insbes. bei der wahrgenommenen bzw. gemessenen Länge der Interaktion und bei der Lösung der Aufgabe mit Hilfe des Systems. Daher wurde versucht, Benutzerurteile aus mehreren Parametern vorherzusagen - mit deutlich besserem Erfolg. Die Ergebnisse werden hinsichtlich der Frage diskutiert, welche Eigenschaften der Interaktion wirklich zur Wahrnehmung von "Effizienz" beim Benutzer führen. Sie sind insbes. für die Gestaltung von sprachbasierten und multimodalen Dialogsystemen von Bedeutung.

Mi. 8:30 PK 4.7

Bauakustik allgemein

Messung von Regengeräuschen nach DIN EN ISO 140-18L. Weber, J. Seidel, D. Rotaru und X. Zhou*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Seit April 2005 liegt mit DIN EN ISO 140-18 (Entwurf) erstmals eine Norm über die Messung des durch Regenfall auf Bauteile verursachten Schalls im Prüfstand vor. Im Fraunhofer-Institut für Bauphysik wurde ein Prüfstand für Regengeräusche nach dieser Norm errichtet. Die bislang durchgeführten Arbeiten zeigen, dass die praktische Umsetzung der Normvorgaben nicht immer einfach ist. Es wird über die durchgeführten Vorversuche und die praktischen Erfahrungen beim Umgang mit der Norm berichtet. Dies betrifft insbesondere die Erzeugung künstlicher Regentropfen (Niederschlagsmenge, Tropfengröße, etc.) sowie den Einfluss der Niederschlagsmenge auf den Geräuschpegel. Ein weiteres Thema ist der Vergleich der durch natürlichen und künstlichen Regen hervorgerufenen Geräusche. Dies wurde beispielhaft im Rahmen eines Forschungsvorhabens an Folienkonstruktionen untersucht, wobei sowohl Messungen nach DIN EN ISO 140-18 als auch Messungen mit natürlichem Regen erfolgten.

Mi. 8:55 PK 4.7

Bauakustik allgemein

Entwicklung eines Messverfahrens für GehschallM. Lievens*Institut für Technische Akustik - RWTH Aachen*

Mit dem Begriff 'Gehschall' wird die Schallabstrahlung in dem Raum, der begangen wird, bezeichnet. Über diese Art der Schallerzeugung wird immer häufiger als eine Form von Lärmbelästigung berichtet, insbesondere seit dem immer öfter Lamine als Bodenbeläge verwendet werden. Aus diesem Grund hat die Problematik des Gehschalls zunehmend an Bedeutung gewonnen. Im Gegensatz zu der Trittschallmessung (ISO 140) existiert bislang jedoch kein anerkanntes Verfahren für die Gehschallmessung.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Suche nach einem geeigneten Messverfahren zum Zweck der Klassifizierung der Gehschallbelästigung von Bodenbelägen. Bei der Wahl bzw. der Festlegung auf eine zu messende Kenngröße ist die Korrelation zwischen einer Normquelle und dem menschlichen Gehen

von entscheidender Bedeutung. Daher sollte die Impedanz der Normquelle weitestgehend mit der eines Fußes übereinstimmen.

Es wurden Hammerwerke mit unterschiedlichen Impedanzen und Aufnahmen verschiedener Schuhwerke an zwei verschiedenen Prüfständen (einer mit Holzbalkendecke, einer mit massiver Betondecke) untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass das Eigenrauschen des Hammerwerks bei der Gehschallmessung unbedingt zu beachten ist. Da die Anregung mit üblichen Hammerwerken bei bestimmten Hammerimpedanzen zu einer sehr geringen Dynamik führt, wurde die Schallabstrahlung des Hammerwerks genauer untersucht und durch eine minimale mechanische Modifikation reduziert.

Mi. 9:20 PK 4.7

Bauakustik allgemein

Dämpfung in der Bauakustik

C. Kling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

Dämpfungsmechanismen werden bisher in der Bauakustik nicht systematisch genutzt. Untersuchungen haben gezeigt, dass dadurch hinsichtlich der Schalldämmung im Hochbau ein großes Potential ungenutzt bleibt.

Daher werden im Fachbereich "Angewandte Akustik" der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Rahmen eines DFG-geförderten Projekts die Dämpfungseinflüsse in der Bauakustik untersucht. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Wirkung von Dämpfungsmechanismen auf die Schalltransmission im Hochbau zu analysieren. Insbesondere soll der Einfluss auf die Messung der Schalldämmung im Prüfstand untersucht und eine Differenzierung in Eigenschaften des Prüflings und des Prüfstands, z.B. Energieableitung über Nebenwege oder Stoßstellen, vorgenommen werden.

Hierzu wurde u.a. ein Modellsystem entwickelt, welches einen bauakustischen Wandprüfstand im Maßstab 1:10 darstellt. Die Modellmeßtechnik ermöglicht bei verhältnismäßig geringem Aufwand Untersuchungen an verschiedenen Trennwänden und verschiedenen Anbindungen des Prüflings unter idealisierten Bedingungen. Weiterhin wurden die frequenzabhängigen Materialeigenschaften, insbesondere die innere Dämpfung, mit dem Ansatz viskoelastischen Werkstoffverhaltens bestimmt. Zur Charakterisierung von Stoßstellen wurden Untersuchungen an Stabmodellen typischer Stöße durchgeführt.

Der Vortrag behandelt den Stand des Projekts und geht auf aktuelle Ergebnisse ein.

Mi. 9:45 PK 4.7

Bauakustik allgemein

Zur Messung der dynamischen Steifigkeit mit Stoßanregung

M. Schmelzer und H. Bietz

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Mit dem Ziel der Impedanzanpassung des Normhammerwerks an den menschlichen Geher durch Unterlegsichten sollte deren dynamische Steifigkeit bestimmt werden. In der Norm DIN EN 29052-1 (1992-08) werden dafür als Systemanregung harmonische Schwingungen und als Alternativen weißes Rauschen und Impulse zugelassen.

Vor diesem Hintergrund wurden Messungen mit Hammeranregungen durchgeführt. Ziel war es dabei, nur aus den Maximalwerten von Messgrößen während des Stoßverlaufs Aussagen über die dynamische Steifigkeit zu erhalten. Dabei sind auch Dämpfungseinflüsse und Nichtlinearitäten zu berücksichtigen.

Im Vortrag wird der aktuelle Stand der Forschung dargestellt.

Mi. 10:10 PK 4.7

Bauakustik allgemein

Zum Einfluss von Körperschallmoden des Prüflings auf die Unsicherheit der Luftschalldämmung

V. Wittstock und M. Jüttner

PTB Braunschweig

Ein im Jahr 2004 abgeschlossenes Projekt führte zu der Vermutung, dass die Frequenzlage der Körperschallmoden des Prüflings sein Schallübertragungsverhalten wesentlich beeinflusst. Um diesen Effekt in seiner Größe zu erfassen, wurden nun im Rahmen eines vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) geförderten Projekts Modellmessungen durchgeführt, bei denen im selben Modellprüfstand eine Vielzahl von Prüflingen vermessen wurden. Die Besonderheit der homogenen plattenförmigen Prüflinge bestand dabei darin, dass sie in Material und Dicke identisch waren, die Lage der Körperschallmoden jedoch durch die Variation von Plattengröße und Kantenlängenverhältnis verändert wurde. Ermöglicht wurde diese Variation nur durch die Verwendung eines speziellen Modellprüfstands, der im Maßstab

1:8 gegenüber herkömmlichen Prüfständen verkleinert ist. Damit wurde es erstmalig möglich, die Auswirkung der Lage der Körperschallmoden separat zu erfassen. Für biegeesteife Platten, bei denen in den unteren Terzbändern nur wenige Körperschallmoden vorliegen, ergab sich eine signifikante Erhöhung der gemessenen Standardabweichung der Luftschalldämm-Maße gegenüber der ebenfalls ermittelten Wiederholstandardabweichung bei tiefen Frequenzen. Die Unsicherheit des Schalldämmmaßes durch unterschiedliche Lage der Körperschallmoden kann unter den genannten Bedingungen mit ca. 2 dB angesetzt werden. Bei höheren Frequenzen hingegen spielt dieser Effekt keine nennenswerte Rolle, da beide Standardabweichungen nahezu identisch sind. Dies gilt jedoch nur für die korrigierte Schalldämmung, bei der die mit zunehmender Plattengröße anwachsende äußere Bedämpfung der Platte durch eine entsprechende Korrektur berücksichtigt wurde.

Mi. 14:00 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Materialeigenschaften von leichten Gipskartonständerwänden

S. Schoenwald, E. Gerretsen und H.J. Martin

Technische Universiteit Eindhoven

Das dynamische Verhalten von leichten Gipskartonständerwänden ist auf Grund seiner Frequenzabhängigkeit sehr komplex. Es wird vor allem durch die Materialeigenschaften der einzelnen Bauteile - Gipskartonplatten und Ständer - sowie die Art ihrer Zusammenfügung bestimmt. In einer Versuchsreihe an geometrisch identischen Gipskartonständerwänden wurde in-situ auch die Biegeesteifigkeit der Beplankung dieser Testwände in verschiedene Situationen gemessen. Die Testwände weisen unterschiedliche Konstruktionsdetails auf, es wurden jedoch die selben Materialien verwendet. Leider sind jedoch genaue Angaben selbst über die Eigenschaften der einzelnen verwendeten Materialien nicht verfügbar. Daher wurden diese teils experimentell parallel zu der ersten Testreihe bestimmt. Ein Vergleich der Materialeigenschaften der einzelnen Bauteile mit denen der Beplankung offenbart den Einfluss der einzelnen Elemente auf die Gesamtstruktur in den jeweiligen Frequenzbereichen in Abhängigkeit von Konstruktionsdetails. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können daher als Grundlage für die Bestimmung des dynamischen Verhaltens der Gesamtstruktur sowie deren Modellierung verwendet werden.

Mi. 14:25 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Berechnung des Stoßstellendämm-Maßes an Mauerwerkswänden mittels FEMM. Schneider, R. Schatz und H.-M. Fischer*Hochschule für Technik Stuttgart*

Das Stoßstellendämm-Maß von Bauteilstößen wird üblicherweise nach EN 12354-1 Anhang E aus den flächenbezogenen Massen der Bauteile bestimmt. Häufig kommen jedoch auch im Mauerwerksbau Stöße zur Ausführung, deren Stoßstellendämm-Maß aufgrund ihrer konstruktiven oder geometrischen Ausführung nicht vereinfacht berechnet werden können. Im Rahmen einer an der HfT durchgeführten Diplomarbeit wurde überprüft, inwieweit mittels eines Finiten Elemente Programms die akustischen Eigenschaften dieser Stöße nachgebildet werden können. Hierzu wurde in einem ersten Schritt die Schnellegeldifferenz und daraus die Stoßstellendämmung eines einfacher T-Stoß aus Mauerwerk unter verschiedenen Randbedingungen (Einspannung, Dämpfung, ...), berechnet. In einem weiteren Schritt wurde ein ausgeführter Stoß mittels Modalanalyse messtechnisch erfasst und mit den Ergebnissen der FEM Berechnungen abgeglichen. Nach der Validierung der FEM-Berechnungen an einfachen Strukturen wird der Einfluss elastischer Zwischenschichten auf die Stoßstellendämmung untersucht. Weiterhin werden Ergebnisse der FEM-Berechnungen für unterschiedlicher Mauerwerksstöße z.B.: 2-schalige Haustrennwand auf gemeinsamer/getrennter Bodenplatte/Fundament oder Außenwand- Decke mit Deckenabmauerung vorgestellt.

Mi. 14:50 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Auswirkung der Austrocknung von 2-schaligen Massivwänden aus Porenbeton auf das Schalldämm-MaßK. Naumann*Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH*

Wasser ist ein wesentlicher Bestandteil zur Herstellung von Porenbeton. Allerdings wird nicht der gesamte Wasseranteil chemisch gebunden. Ein Teil ist nach der Produktion als freies Wasser im Baustoff vorhanden. Durch Austrocknung entweicht dieses chemisch nichtgebundene Wasser stetig aus dem Baustoff. Dieser Prozeß ist abgeschlossen, wenn die sogenannte Ausgleichsfeuchte erreicht ist. Steine aus Porenbeton werden somit meist in

einem feuchteren Zustand in ein Gebäude eingebaut. Die Schalldämmung massiver Wände ist in erster Linie von der flächenbezogenen Masse der Konstruktion abhängig. Im Schallprüfstand der Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH wurde im Frühjahr 2004 eine zweischalige Wand aus Porenbeton aufgebaut. In regelmäßigen Abständen wurde das Schalldämm-Maß geprüft sowie weitere akustische Messungen durchgeführt. Des weiteren wurden jeweils der Feuchtegehalt der Wandschalen ermittelt. Es wurde untersucht, wie sich die Schalldämmung mit der Zeit und der zunehmenden Austrocknung verändert.

Mi. 15:15 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Schalltechnische Optimierung einer Bolzentreppe

A. Mayr, A. Drechsler, J. Scheck und H.-M. Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Die von leichten Treppen ausgehende Trittschallübertragung in Doppel- und Reihenhäusern führt häufig zu Beschwerden der Bewohner. In den letzten Jahren wurden umfangreiche Untersuchungen zu Anregung, Übertragung und Beurteilung von Trittschall an leichten Treppen durchgeführt. Im vergangenen Jahr wurde auf der DAGA über die erfolgreiche Optimierung einer an der Treppenwand befestigten Holzwangentreppe berichtet. Inhalt dieses Beitrags ist nun die akustische Optimierung einer Bolzentreppe, bei der jede Stufe in der Wand befestigt ist. Für diesen speziellen Treppentyp ist es in einem ersten Schritt ausreichend, eine einzelne Treppenstufe als Körperschallquelle zu charakterisieren. Dies konnte mit Hilfe der Empfangsplattenmethode und des dafür an der Hochschule für Technik Stuttgart entwickelten Empfangsplattenprüfstands realisiert werden. Der Beitrag zeigt, dass Versuchsergebnisse von der Einzelstufe auf das Gesamtsystem "Treppe" übertragen werden können. Dadurch lassen sich hinsichtlich der Produktoptimierung Aussagen über die Wirksamkeit von Verbesserungsmaßnahmen zur Trittschalldämmung treffen.

Mi. 15:40 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Einfaches Prognosemodell zur Berechnung der Trittschalldämmung von Leichtbautreppen im MassivbauR. Kurz^a und C. Fichtel^b

^aKurz und Fischer GmbH Beratende Ingenieure Bauphysik Win-nenden; ^bSchalltechnisches Treppen-, Entwicklungs- und Prüfinstitut STEP

In DIN 4109 finden sich keine Angaben zur Trittschalldämmung von Leichtbautreppen, so dass in der Praxis große Planungsunsicherheit herrscht und es häufig zu Rechtsstreitigkeiten kommt. Zur orientierenden Abschätzung der zu erwartenden Trittschalldämmung von verschiedenen Treppenkonstruktionen am Bau wird ein einfaches Prognosemodell vorgestellt und mit Baumessungen verglichen. Neben dieser Planungsgrundlage wird ein Ausblick gegeben auf die Möglichkeit einer schalltechnischen Qualitätssicherung und -überwachung von Treppen am Bau. Ferner wird ein Vorschlag für ein neues Bewertungskonzept zum Schallschutz von Treppen vorgestellt.

Mi. 16:05 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Verbesserung der Schalldämmung eines gekippten Fensters durch schallabsorbierende LaibungsverkleidungT. Ahlefeldt, A. Jakob, M. Möser und J. Feldmann*TU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik*

Fenster in Kippstellung besitzen im Allgemeinen nur ein Schalldämm-Maß von ca. 10 dB. In der Vergangenheit sind durch Verkleidungsmaßnahmen an der oberen und seitlichen Laibung Verbesserungen des Schalldämm-Maßes von ca. 3 dB bei angekipperten Fenstern (Schlitzbreiten ab 12 cm) erreicht worden. Zur Verkleidung wurden z.B. Holzspan-Akustikplatten von 40 mm Dicke eingesetzt. In der hier vorgestellten Arbeit wurden Messungen zu der Maßnahme schallabsorbierender Laibungsverkleidungen unter Verwendung verschiedener Absorbertypen durchgeführt. Hierbei wurden als verbessernde Maßnahmen sowohl einfache Absorbermaterialien als auch $\lambda/4$ -Resonatoren und Lochplattenabsorber eingesetzt. Die Resonanzabsorber wurden dabei auf eine Resonanzfrequenz von 500 Hz abgestimmt. Insbesondere mit den Lochplattenabsorbern wurde eine Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes von 4 dB für eine

Schlitzöffnung von 155mm erreicht, wobei sich in den "besten" Terzbändern Verbesserungen von ca. 10 dB ergaben. Auch die Betrachtung des Einflusses verschiedener Abstände vom Fenstersturz zum Fenster wurde vorgenommen um die notwendige Referenz für die jeweilige Maßnahme zu erhalten sowie deren Einfluss zu untersuchen.

Mi. 16:30 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Einfluss der Temperatur auf die Schalldämmung von Verbundscheiben

B. Sass

ift Rosenheim

Die Konstruktion von Isolierverglasungen mit hoher Schalldämmung hat sich in der letzten Zeit dahin entwickelt, dass Verbundscheiben mit speziell entwickelten Kunststofffolien als Zwischenlage in die Produktpalette vieler Glasherstellen eingearbeitet worden sind. Diese Art Folie dient zur Erstellung eines biegeweichen Sandwichaufbaus aus dünnen Glasscheiben mit elastischer Zwischenschicht. Bei der Laborprüfung von Verglasungen mit Verbundscheiben mit Folien- und auch Gießharz- Zwischenlagen und von Fenstern, in die solche Verbundscheiben eingebaut wurden, zeigt sich ein deutlicher Einfluss der Temperatur auf die Schalldämmung. Es zeigt sich, dass sich das bewertete Schalldämm-Maß bei einem Temperaturunterschied von 10°C um bis zu 3 dB verändern kann. In dem Vortrag werden Messbeispiele aus dem Labor gezeigt. Weiterhin werden die möglichen Auswirkungen auf die praktische Handhabung solcher Verglasungen diskutiert.

Mi. 16:55 PK 4.7

Wände, Treppen, Fenster

Schwachstellenanalyse an einem Fenster mittels eines zweidimensionalen Mikrofon-Arrays

B. Barsikow^a, M. Hellmig^a und A. Jakob^b

^aIngenieurbüro *akustik-data*; ^bTU Berlin, Institut für Strömungsmechanik und Techn. Akustik

Am Fensterprüfstand des Instituts für Technische Akustik der TU Berlin wurde ein prinzipieller Versuch unternommen, inwieweit ein zweidimensionales Mikrofon-Array in der Lage ist, im Empfangsraum, d. h. im diffusen Schallfeld, die eventuellen Schwachstellen eines Fensters zu lokalisieren. Dazu wurde ein Array aus

60 Mikrofonen mittig vor dem Fenster in 2,5 m Abstand von der Scheibenebene positioniert. Bis auf die Belegung der rückwärtigen Wand des Empfangsraumes mit Absorptionsmaterial wurden am Empfangsraum keinerlei Veränderungen vorgenommen. Die Untersuchungen fanden mit terzbreitem Rauschen von 630 bis 5000 Hz statt.

Um die Ortungsfähigkeit des Arrays im bei diesen Frequenzen nahezu diffusen Schallfeld zu demonstrieren, wurde zunächst ein Lautsprecher in Scheibenmitte punktgenau lokalisiert. Daraufhin wurden am geschlossenen und verriegelten Fenster eine bzw. zwei Fehlstellen durch Entfernen von jeweils etwa 5 cm Dichtung simuliert. Der entsprechende Schalldurchgang an diesen Stellen ließ sich mit dem Array dann deutlich nachweisen. Im Übrigen deckt das Array auch am verriegelten Fenster ohne simulierte Fehlstellen die Orte des Schalldurchgangs auf, die bewirken, dass das Fenster nur der Klasse 2 zugeordnet werden kann. Als Ergänzung zu den Array-Messungen wurden für die untersuchten Fälle auch die Schalldämmmaße nach DIN EN ISO 140-3 gemessen sowie die bewerteten Schalldämmmaße nach DIN EN ISO 717-1 berechnet und geprüft, inwieweit sich die simulierten Fehlstellen in diesen Werten widerspiegeln. Der erfolgreiche Einsatz eines Mikrofon-Arrays an einem Fensterprüfstand gibt Anlass, über solche Untersuchungen an ähnlichen Objekten und ganzen Häuserfassaden nachzudenken.

Mi. 17:20 PK 4.7

Haustechnische Anlagen

Untersuchung der Wirkung von schalldämmenden Ummantelungen an Abwasserleitungen

W. Bollmann und R. Materna

Geberit International AG, Schweiz Geschäftsbereich Technologie

Zur Reduzierung der Luftschallabstrahlung von Abwasserleitungen in Fällen, wo mit bautechnischen Massnahmen allein keine genügend niedrigen Pegel erreicht werden können um die geforderten Grenzwerte gemäss den entsprechenden Schallschutznormen zu unterschreiten, wird in der Praxis vielfach auf die Wirkung von schalldämmenden Ummantelungen zurückgegriffen. In dieser Untersuchung werden zuerst einige theoretische Überlegungen zur Auslegung solcher Ummantelungen angestellt. Die sich aus der Praxis ergebenden Einschränkungen betreffend Maximierung der Wirkung werden aufgezeigt und kommentiert. Im weitem wird dann auf vergleichende Untersuchungen an

verschiedenen Ummantelungen eingegangen und die Resultate werden erörtert. Eine aus den Versuchen ermittelte optimale Variante wird im Folgenden weiter untersucht. Die Resultate der praktisch erreichten Reduktionen der Luftschallabstrahlung bei verschiedenen Konfigurationen von Abwasserleitungen, wie Umlenkungen oder Achsverschiebungen, werden präsentiert. Zum Schluss wird zur Charakterisierung der erzielten akustischen Wirkung der Ummantelung eine einfache mathematische Beziehung hergeleitet.

Mi. 17:45 PK 4.7

Haustechnische Anlagen

Erfahrungen mit dem Empfangsplattenprüfstand zur Ermittlung der Körperschall-Leistung von Körperschallquellen in Gebäuden

M. Späh und H.-M. Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Haustechnische Anlagen leiten neben dem direkt abgestrahlten Luftschall in vielen Fällen auch Körperschall in die Gebäudestruktur einleiten. Die dadurch verursachten Schallpegel in angrenzenden (fremden) Räumen sind in der Regel deutlich größer als die durch Luftschallübertragung erzeugten. Die Normenreihe EN 12354 liefert in ihrem Teil 5 (z.Zt. Entwurf) ein Berechnungsmodell, das die durch Körperschallübertragung erzeugten Luftschallpegel in angrenzenden Räumen prognostiziert. Als Eingangsgröße des Modells wird die Körperschall-Leistung von haustechnischen Anlagen benötigt. In den vergangenen Jahren wurde ein einfaches Laborverfahren entwickelt und auf der DAGA vorgestellt, bei dem durch Messung an bis zu 3 Empfangsplatten die Körperschall-Leistung von Installationen unter massivbauspezifischen Bedingungen bestimmt werden kann. Diese Daten können in Eingangswerte für das Prognoseverfahren aus EN 12354-5 umgerechnet werden. Damit wird erstmals im Rahmen eines genormten Berechnungsverfahrens die Prognose von Schallpegeln im Bau, die von Körperschallquellen verursacht werden, möglich. In diesem Vortrag wird der Prüfstand vorgestellt, über Erfahrungen bei der Messung der Körperschall-Leistung am Prüfstand berichtet und Untersuchungen an verschiedenen Körperschallquellen gezeigt.

Mi. 18:10 PK 4.7

Haustechnische Anlagen

Schall-Längsübertragung zwischen Räumen durch raumluftechnische AnlagenP. Leistner und D. Brandstetter*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Raumluftechnische (RLT-) Anlagen stellen einen akustischen Übertragungsweg zwischen Räumen (z.B. Büros) dar. Sie umfassen Kanäle einschließlich eingebauter Komponenten (Luftein- und Luftauslässe etc.) und können dabei unterschiedlich verlegt sein, z.B. in Doppel- bzw. Hohlraumböden oder hinter abgehängten Unterdecken. Der bauliche Schallschutz zwischen Räumen erfordert grundsätzlich die Betrachtung sowohl der Direktschalldämmung des Trennbauteils als auch der Schall-Längsdämmung flankierender Bauteile. Auch RLT-Anlagen sind als flankierende Übertragungswege zu betrachten, gegebenenfalls einschließlich interner Schallquellen (z.B. Ventilatoren). Ziel des hier vorgestellten Projektes war es, ein Planungsinstrumentarium für die Schall-Längsleitung von RLT-Anlagen zu schaffen, um die Schallschutzplanung zu erleichtern und auch Ausführungsfehler zu vermeiden. Im Beitrag werden die umfangreichen Mess- und Rechenergebnisse vorgestellt und erläutert.

Fachvorträge am Donnerstag, den 23.03.2006

Do. 8:30 SN 19.1

KFZ II

Hybrider Ansatz zur interaktiven Auralisierung des Antriebsstrangs mittels gemessener und berechneter AnregungsdatenD. Riemann, C. Nettelbeck und R. Sottek*HEAD acoustics GmbH*

Durch zunehmende Verkürzung des Fahrzeugentwicklungsprozesses bei gleichzeitig höheren Ansprüchen hinsichtlich des Geräusch- und Schwingungskomforts steigt der Bedarf, frühzeitig Aussagen über die zu erwartende NVH-Qualität neuer Motorentwicklungen machen zu können. Das Verfahren der Binauralen Transferpfad-analyse und -synthese (BTPA/BTPS) erlaubt eine Vorhersage des Innengeräusches sowie des Schwingungsverhaltens z.B. am Sitz und am Lenkrad basierend auf Motorprüfstandmessungen, d.h. ohne den entsprechenden Motor ins Fahrzeug einbauen zu müssen. Mit Hilfe des Fahrsimulatorsystems H3S können diese Daten dann interaktiv und kontextbezogen erfahrbar gemacht werden und erlauben so eine umfassende Bewertung des Antriebsstrangs. Liegt ein neuer Motor noch nicht in Hardware vor, so können Simulationsdaten verwendet werden, um die Messungen zu ergänzen oder zu ersetzen. Dabei ist auf eine phasenrichtige Synchronisation der Simulationsmit den Messdaten zu achten, um eine korrekte Vorhersage des Geräusch- und Schwingungsverhaltens sicherzustellen. In diesem Beitrag wird die beschriebene Vorgehensweise insbesondere hinsichtlich der phasenrichtigen Einbindung von Simulationsdaten anhand eines Beispiels erläutert.

Do. 8:55 SN 19.1

KFZ II

Simulation und Untersuchung subjektiver Fahreindrücke mit Hilfe von WellenfeldsyntheseC. Kuhn^a, G. Seitz^b, R.S. Pellegrini^a und M. Rosenthal^a^a*sonic emotion ag*; ^b*Volkswagen AG, Konzernforschung*

Es wird ein Ansatz zur Schallfeldwiedergabe für die subjektive Untersuchung von Fahrzeuginnengeräuschen beschrieben. Die

Wellenfeldsynthese erlaubt bei der Audiowiedergabe eine korrekte Lokalisation, ohne dabei auf Kopfhörer angewiesen zu sein. Damit werden überzeugende Audioumgebungen ermöglicht, die gerade bei untrainierten Testpersonen die Zuverlässigkeit von Testergebnissen verbessern können. Lösungen zur Kompatibilität mit binauralen Systemen werden diskutiert. Praktische Umsetzungen für eine holographische Wiedergabe des Fahrzeuginnen-geräuschs werden vorgestellt.

Do. 9:20 SN 19.1

KFZ II

Gestaltung des subjektiven V8-Sounds

C. Patsouras, J. Biber und W. Ruth

ArvinMeritor Light Vehicle Systems, Emissions Technologies GmbH

Mittels unterschiedlicher Auslegungen von Abgasanlagen kann der subjektive Eindruck des V8-Sounds deutlich variiert werden. Im Hörversuch wurde der empfundene V8-Sound bei unterschiedlichen Drehzahlen beurteilt. Die Ergebnisse der subjektiven Tests werden objektiven Analysen wie Ordnungs- oder Modulationspegeln gegenübergestellt.

Do. 9:45 SN 19.1

KFZ II

Diesel Sound Quality Engineering

M. Bodden^a und R. Heinrichs^b

^a*Product Sound - Ingenieurbüro Dr. Bodden*; ^b*Ford Werke GmbH*

Auf der Daga 2005 wurde ein Verfahren zur Analyse und Bewertung von Dieselgeräuschen vorgestellt. Dieses Verfahren wurde speziell dazu entwickelt, periodische impulshaltige Signalanteile zu identifizieren und zu quantifizieren. Aufbauend darauf konnte eine Metrik entwickelt werden welche die Beurteilung von Dieselnageln im Innenraum für die kritischste Situation, Idle, vorhersagen kann.

Für den Prozess der Optimierung von Dieselgeräuschen ist aber nicht nur eine Bewertung des kundenrelevanten Innen- (bzw. Aussen)geräusches notwendig, sondern darüber hinausgehend eine Anwendung auf die Anregung und die Übertragungspfade:

- Erzeugung durch Zylinderfeuerungen

- Abstrahlung durch den Motor z.B. im Prüfstand zur Zielwertsetzung auf Subsystem-Level
- Ausbreitung durch Körperschall in Strukturen
- Übertragung auf speziellen Pfaden wie z.B. Motorlagern
- Ausbreitung von Luftschall in den Innenraum
- Ausbreitung von Luftschall für das Aussengeräusch

Entsprechende Anwendungen des Verfahrens werden im Vortrag vorgestellt.

Do. 10:10 SN 19.1

KFZ II

Subjektive Beurteilung der Geräusche von Kühlerlüftern

N. Springer^a und C. Spinder^b

^a*sounddesign Ronnebaum & Springer*; ^b*Distelkamp Strömungstechnik*

Für die Akzeptanz der Geräusche von Kühlerlüftern spielt neben dem Geräuschpegel auch der Geräuschcharakter eine zunehmend wichtige Rolle. Besonders lästig ist dabei die durch Drehklänge hervorgerufene Tonhaltigkeit. Durch eine asymmetrische Verteilung der Lüfterschaufeln lässt sich die Ausprägung der Drehklänge verringern. Dadurch entstehen jedoch Seitenbänder, die zu einer deutlich hörbaren Rauigkeit führen. Diese Rauigkeit kann ebenfalls lästig wirken. Für die akustische Optimierung eines Lüfters ist es daher wichtig, den optimalen Kompromiss zwischen Rauigkeit und Tonhaltigkeit zu finden. Um den Einfluss von Tonhaltigkeit und Rauigkeit auf die subjektive Lästigkeit zu untersuchen, werden in der vorgestellten Untersuchung unterschiedliche Geräusche von Lüftern subjektiv nach den Eigenschaften tonhaltig, rau und lästig beurteilt. Die Ergebnisse der subjektiven Bewertungen werden mit den Vorhersagen objektiver Berechnungsmodelle für Rauigkeit und Tonhaltigkeit verglichen.

Do. 14:00 SN 19.1

KFZ II

Psychophysikalische Untersuchungen zur Wahrnehmung von Sitzvibrationen im Labor

M. Bellmann^a und R. Weber^b

^aITAP GmbH; ^bAkustik - Universität Oldenburg

Die subjektive Beurteilung der Lenkrad- und Sitzvibrationen, sowie des akustischen Phänomens "Dröhnen" von trainierten Personen (sogenannte professionellen Subjektiv-Tester) sind gängige Verfahren zur Qualitäts-sicherung in der Fahrzeugindustrie. In dieser Studie sind grundlegende Versuche zur Wahrnehmung von Sitzvibrationen auf realen Fahrzeugsitzen auf einem Sitzprüfstand im Labor durchgeführt worden. Dabei haben sowohl trainierte als auch untrainierte Versuchspersonen unterschiedliche Sitzvibrationen subjektiv beurteilen. Dabei sind die Abhängigkeit der Beurteilungen vom Beschleunigungspegel, der individuellen Sensitivität auf Ganzkörperschwingungen und die Auswirkung von zusätzlichen akustischen Reizen (Darbietungen) untersucht worden. Alle verwendeten vibro-akustischen Stimuli sind Aufnahmen aus realen Fahrzeugen der Mittelklasse im Leerlauf. Es stellt sich heraus, dass professionelle Subjektiv-Tester keinerlei signifikanten Unterschiede in der Fähigkeit Ganzkörpervibrationen wahrzunehmen aufweisen. Jedoch ist es nur sehr erfahrenen Versuchspersonen möglich eine subjektive (Qualitäts-) Beurteilung von Sitzvibrationen reproduzierbar abzugeben. Die subjektive Beurteilung der Sitzvibrationen ist unabhängig von der individuellen Perzeptionsschwelle des Probanden. Es zeigt sich jedoch, dass gleiche individuelle Notenunterschiede (kategoriale Unterschiede) auf der gleichen Anzahl von Ebenmerklichkeiten - gerade wahrnehmbaren Unterschieden - im Beschleunigungspegel beruhen, die aneinandergereiht, gerade die Notendifferenz ausfüllen.

Do. 14:25 SN 19.1

KFZ II

Wahrnehmung von akustischen Warn- und Informationssignalen

G. Seitz^a, S. Hecht^b und A. Kaufmann^c

^a *Volkswagen AG, Konzernforschung*; ^b *Fachhochschule Magdeburg-Stendal*; ^c *Fachhochschule Oldenburg*

Als ein wichtiger Kanal multimodaler Mensch Maschine Schnittstellen werden akustische Signale verwendet. Diese sollen alleinig bzw. unterstützt durch andere optische oder haptische Informationen bestimmte Reaktionen des Fahrers hervorrufen bzw. unerwünschte Handlungen verhindern. Die Gestaltung dieser Signale hat u.a. Einfluss auf die Akzeptanz, die Reaktionszeiten und die Ablenkung von der eigentlichen Fahraufgabe. Des Weiteren können sie als Bestandteil des Corporate Identity verwendet werden. Anhand von verschiedenen aufgezeichneten fahrzeugtypischen Signalen wurde kontextunabhängig und kontextabhängig im Fahrsimulator untersucht, welche akustischen und psychoakustischen Parameter für die Deutung und die Unterscheidbarkeit relevant sind. Die Vorgehensweise und die Ergebnisse werden vorgestellt.

Do. 14:50 SN 19.1

KFZ II

Körperschallbedämpfung an Fahrzeugteilstrukturen

J. Meschke

Volkswagen AG

Das Schwingungsverhalten einer Fahrzeugteilstruktur (Teil eines vorderen Längsträgers) wurde gemessen (z.B. mittels Laserscanning-Vibrometrie) und mittels FEM berechnet. Untersucht wurde, welche Teilflächen-Schwingungsformen (Resonanzen) der Struktur in Abhängigkeit bestimmter Anregungsarten auftreten und welche relevant sind für Luftschallabstrahlung bzw. für Körperschallleitung. Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung des Körperschalls werden aufgezeigt. Mittels FEM wurde der Einfluss angrenzender Strukturen und flächenhafter Bauteile untersucht. Darüber hinaus wurden Messungen am Fahrzeug und einer Rohkarosserie durchgeführt, um den Einfluss von Modifikationen an der Längsträgerstruktur (z.B. Bedämpfung, Versteifung) zu ermitteln.

Do. 15:15 SN 19.1

KFZ II

Messung der Innenraumabsorption bei Pkw für mittlere und höhere FrequenzenA. Kramer, T. Worreschk, R. Blumrich und M. Helfer*FKFS, Stuttgart*

Bei akustischen Untersuchungen am Pkw wird im Allgemeinen der Innenraum zumindest für höhere Frequenzen als hochabsorbierend betrachtet. Dies trifft insbesondere für Annahmen bei der Berechnung des Pkw-Innengeräusches zu. Diese Annahme ist für Pkw der Mittelklasse mit Stoff-, Leder- und Teillederausstattung überprüft worden. Hierzu sind detaillierte Messungen mit Impulsanregung im Innenraum durchgeführt worden. Über die Nachhallzeit wurde dann die Absorption bestimmt. Die Ergebnisse zeigen für mittlere bis höhere Frequenzen Absorptionskoeffizienten, die in etwa den Annahmen entsprechen. Sie werden frequenz-abhängig dargestellt.

Do. 15:40 SN 19.1

KFZ II

In situ impedance and absorption coefficient measurements compared to poro-elastic simulation in free, diffuse or semi-statistical fields using microflown p-u probesA. Duval^a, J.-F. Rondeau^b, L. Bischoff^a, L. Dejaeger^a und H.-E. De Bree^c*^aFaurecia Innenraum Systeme GmbH; ^bFaurecia Acoustics and Soft Trim Division; ^cMicroflown Technologies*

Measuring impedance or absorption coefficient of noise treatment materials requires classically to cut flat samples or parts and to measure them in impedance tubes (for normal incidence), in semi-anechoic rooms (for normal / oblique incidence) with p-p or p-u probes or in different reverberating rooms (for diffuse field) using reverberation time techniques. This task is cumbersome and often not possible regarding the quantities of materials necessary especially for the diffuse field measurements.

In order to cope with this problem, we have first developed a poro-elastic simulation technique to simulate diffuse field absorption coefficients from normal incidence impedance tube measurements that we correlate with small (Alpha Cabin) and big reverberating rooms measurements, showing very good results compared to the big reverberating rooms. A second and new approach is to directly measure the incident and reflected energy

with p-u probes that allow in situ intensity measurements in very high reactive fields like diffuse fields (due to its separated p and u channels). It leads to a direct characterization of the in situ absorption coefficients that we compare to the other techniques.

Do. 16:05 SN 19.1

KFZ II

Akustisch wirksame Unterbodenverkleidungen: Außen- und Innengeräusch

K. Pfaffelhuber und F. Uhl

Seeber Systemtechnik KG Worms

Unterbodenverkleidungen und Geräuschkapseln mit straßenseitigem Schallabsorptionsvermögen zeigen eine erhebliche akustische Wirksamkeit, insbesondere beim Außengeräusch im Stand. Gesteigert werden kann diese Wirksamkeit noch durch Verschließen der Abgasanlage mit temperaturbeständigen Kapselmaterialien. Im Vergleich zu konventionellen Unterbodensystemen werden Untersuchungen zum Standaußengeräusch und zum Innengeräusch bei Verwendung derartiger Maßnahmen gezeigt.

Do. 8:30 SN 19.2

Schienenfahrzeuge II

Strukturoptimierung von Eisenbahn-Radsätzen nach schwingungs- und schalltechnischen Kriterien

M. Beitelschmidt, D. Stüwing und V. Quarz

Technische Universität Dresden

Der störende Lärm von Eisenbahnfahrzeugen entsteht in erster Linie im Rad-Schiene-Kontakt. Die dort eingebrachten Schwingungen breiten sich in Strukturbaurteilen aus, bis sie schliesslich von schwingenden Flächen als Luftschall abgestrahlt werden. Verringert man zielgerichtet die Modendichte einzelner Bauteile in dem genannten Ausbreitungspfad, kann letztlich der abgestrahlte Schall deutlich verringert werden. Ein schalloptimierter Radsatz hat einen breiten resonanzfreien Betriebsbereich, in dem die am häufigsten vorkommenden Riffelwellen keine Schallpegschallspitzen erzeugen. Erregungen an den Grenzen des Betriebsbereiches bei 440 Hz bzw. 1100 Hz können nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Dafür können einfache Dämpfer in den Radkranz eingebaut werden, z.B. ein Sprengling in einer Nut an der Innenseite des Radkranzes. Im Beitrag wird auf das bereits

technisch als Prototyp realisierte und erfolgreich getestete Wellstegrad sowie Weiterentwicklungen auch unter thermischen und mechanischen Betriebsrandbedingungen eingegangen.

Do. 8:55 SN 19.2

Schienenfahrzeuge II

Development of Fully Enclosed Type Traction Motors Aiming at Low Noise.

M. Sueyoshi, N. Shinichi, S. Shigetomo und N. Takashi

TOSHIBA Corporation

We are promoting development of a low-noise low-maintenance fully-enclosed motor for railway vehicles. This is a part of our program for a 'new traffic system that is friendly to man and the environment.' Railway vehicle motors needs to be compact and light, but have high output power, so they require an efficient cooling system. Thus, many have adopted an open-type structure in which external air is taken in for cooling.

However, since external air usually contains dust, these types of motors require periodical disassembly for cleaning. This problem is avoided with fully enclosed motors. Moreover, with fully enclosed motors, noise is confined internally, thus realizing a low-noise motor. The key to development of a fully enclosed motor lies in the successful development of a structure that provides efficient cooling. This paper introduces two types of fully enclosed motors: a fully enclosed traction motor with an outer fan and a fully enclosed traction motor without an outer fan.

Do. 9:20 SN 19.2

Schienenfahrzeuge II

Wirksamkeit von Massnahmen zur Rollgeräuschreduktion am Fahrweg

C. Feiss

BUWAL

Maßnahmen zur Rollgeräuschreduktion (Schienenstegbedämpfung, diskret an der Schiene befestigte Schwingungsabsorber, kontinuierlich an der Schiene befestigte Schwingungsabsorber) werden mit dem rechnergestützten Prognoseverfahren SFE AKUSRAIL bewertet. Die Wirkungsmechanismen aller Maßnahmen und die Randbedingungen für einen wirksamen Einsatz werden aufgezeigt und das Potential zur Rollgeräuschminderung anhand einer Parametervariation überprüft.

Die Bewertungsgröße ist die Minderung des A-bewerteten Schalldruckpegels in 7.5 m und 1,2 m Höhe über SO. Die Minderung berücksichtigt dabei die Ergebnisverbesserung gegenüber einem Referenzzustand, in dem alle Parameter bis auf dem Einsatz der Maßnahme identisch sind.

Um die Prognosefähigkeit zu gewährleisten, werden die Minderungsmaßnahmen sehr detailliert in einem FE-Modell abgebildet, so dass die dynamischen Auswirkungen der Maßnahmen physikalisch zum Tragen kommen. Weiterhin werden durch Messungen validierte Referenzmodelle des Schotteroberbaus und der Betriebszustände aus dem BMBF-Projekt "Entwicklung SIMTool-Rollgeräusche für Schienenfahrzeuge und Fahrwege und seine meßtechnische Validierung" verwendet.

Die Minderungsmaßnahmen werden in einem Schotteroberbau mit unterschiedlich hohen Zwischenlagensteifigkeiten eingesetzt, auf dem Güterzüge mit Rädern verschiedener Bauarten verkehren.

Die Rollgeräuschkinderung einer Maßnahme hängt stark von dem auf dem Gleis verkehrenden Betrieb ab, der wesentlich durch die Bauart des Rades und die Radrauheit definiert wird. Der kontinuierlich auf der Schiene einwirkende Tilger zeigte sich dabei für die meisten Betriebszustände am wirksamsten.

Do. 9:45 SN 19.2

Schienenfahrzeuge II

Wie soll eine S-Bahn klingen? Eine Übersicht über weniger bekannte akustische Optimierungsmöglichkeiten

M. Klemenz

Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V.

Geräusche bei der Anfahrt von elektrisch betriebenen Schienenfahrzeugen waren bereits Gegenstand einer vorangegangenen Studie, in der die Erzeugung, Wahrnehmung und Optimierung dieser Geräusche umfassend beschrieben wurde. In diesem Beitrag sollen nicht die psychoakustischen, sondern vor allem die technischen Aspekte zusammengefasst und ergänzt werden. Ziel ist eine Übersicht über die resultierenden Eingriffsmöglichkeiten mitsamt ihren Auswirkungen.

Hierbei geht es in erster Linie um solche Maßnahmen, die nicht den Schallpegel senken, sondern vielmehr die subjektiv empfundene Geräuschqualität verändern und bisher nicht allgemein bekannt sind. Während beim Rad/Schiene-Kontaktgeräusch in den

letzten Jahren spürbare Pegelsenkungen erreicht werden konnten, treten bei modernen Fahrzeugen vor allem die Geräusche des Fahrmotors stärker in den Vordergrund als bei älteren Fahrzeugen. So werden hauptsächlich Maßnahmen im Bereich des Antriebs erläutert; hierzu zählen die Wahl des Leistungshalbleiters und vor allem die Wahl der zugehörigen Schaltsignale. Im Bereich der Kabelverlegung und im Bereich des Getriebes finden sich ebenfalls Optimierungsmöglichkeiten.

Do. 10:10 SN 19.2

Schienenfahrzeuge II

Ermittlung der Tonhaltigkeit von Schienenfahrzeuggeräuschen mit unterschiedlichen Verfahren

E. Thoß und B. Stegemann

Bombardier Transportation

Berechnung der Tonhaltigkeit von Schienenfahrzeuggeräuschen aus den bei Typtests und anderen Messungen ermittelten Geräuschen für das Gesamtfahrzeug und Teilkomponenten ist ein Teil des Nachweises zur Einhaltung der schalltechnischen Kundenanforderungen sowie des einschlägigen Normen- und Regelwerkes. In der täglichen Praxis zeigt sich aber, dass es eine Vielzahl von Verfahren und Empfehlungen zum Nachweis der Tonhaltigkeit gibt, die auch zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Dies führt seit längerer Zeit zu einer Diskussion bei den Schienenfahrzeugherstellern, den Kunden, Zulassungsbehörden und anderen über das "richtige" Verfahren und den Umgang mit den gewonnenen Ergebnissen. Im Vortrag werden unterschiedliche Verfahren vorgestellt und in ihrem Ergebnis anhand realer Messwerte miteinander verglichen.

Do. 14:00 SN 19.2

Fluglärm

Aspekte einer Klassifizierung von gerichteten Fluggeräuschemissionen

B. Vogelsang

Niedersächsisches Umweltministerium

Im Rahmen der Novellierung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm hat die Bundesregierung im Mai 2005 einen Gesetzesentwurf vorgelegt. Die Konkretisierung der Gesetzesnovelle soll in einem untergesetzliche Regelwerk erfolgen, in dem vor allem das Verfahren zur Berechnung der Lärmschutzbereiche detailliert festgelegt wird. Die bisherige Anleitung zur Berechnung

(AzB) kann verfahrensbedingt die Richtwirkung nur unzureichend durch einen Richtungsfaktor R_n berücksichtigen. Der Einfluss auf den Einzelereignispegel geschieht pauschal durch Einführung von Konstanten bei der Berechnung der Geräuschkdauer. Die DIN 45684 -1 über die Ermittlung von Fluggeräuschemissionen an Landeplätzen beschreibt hingegen die Richtwirkung - ähnlich dem ECAC-Doc. 29R - näherungsweise durch ein rotations-symmetrisches, flugphasen- und frequenzunabhängiges Richtwirkungsmaß in Form einer Dipolverteilung. Sowohl Strahlflugzeuge als auch Hubschrauber weisen jedoch deutliche Abweichungen auf. Die einfachste Methode der Erweiterung läge in der Übernahme zweier zusätzlicher tabellarisch eingeführter Richtwirkungen des jeweils am häufigsten geflogenen Flugzeugmusters. Mittlerweile liegen jedoch umfangreiche Messungen von Richtwirkungen (EMPA) vor, die es, auch im Hinblick auf die Fortschreibung der AzB-Flugzeugklassen, sinnvoll erscheinen lassen, auch die Richtwirkungen zu klassieren und dabei gleichzeitig auf bessere physikalische Beschreibungsmodelle zurück zu greifen. Das vorgeschlagene Verfahren zur Klassifizierung von Richtwirkungen greift auf Erkenntnisse der ISO 17201 über Geräusche an Schießplätzen zurück, die in ihrem Teil 5 vor einem vergleichbaren Problem steht. Falls an dem Verfahren der AzB bei der Novellierung festgehalten werden sollte, könnten aus den klassierten Richtwirkungen auch die Konstanten für die Berechnung der Geräuschkdauer abgeleitet werden.

Do. 14:25 SN 19.2

Fluglärm

Vorschlag für die Berücksichtigung der Bewegungs-, Betriebsrichtung- und Bahnnutzungsverteilung bei der Fluglärm-berechnung

B. Vogelsang

Niedersächsisches Umweltministerium

Im Rahmen der Novellierung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm hat die Bundesregierung im Mai 2005 einen Gesetzesentwurf vorgelegt. Die Konkretisierung der Gesetzesnovelle soll in einem untergesetzliche Regelwerk erfolgen, in dem vor allem das Verfahren zur Berechnung der Lärmschutzbereiche detailliert festgelegt wird. Bisher wurde im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm die rechnerische Berücksichtigung einer Streuung ausschließlich auf den Einfluss der Bewegungsverteilung bezogen, indem anstelle eines Jahresmittelwertes der Mittelwert der

6 verkehrsreichsten Monate eines Jahres verwendet wurde. Zwischenzeitlich hat sich im Rahmen von Raumordnungs- und luftrechtlichen Genehmigungsverfahren eingebürgert, auch die Betriebsrichtungsverteilung in Form der so genannten "100 % Regelung" zu berücksichtigen. Im Gesetzentwurf der Bundesregierung wurde die "100 % Regelung" zur Berücksichtigung des Einflusses der Betriebsrichtungsverteilung durch eine "2 bzw. 3-Sigma Regelung" ersetzt, die sich sofort als stark interpretationsbedürftig erwiesen hat (z. B. beim Neubau von Start- und Landebahnen). Ausgehend von Messungen wird gezeigt, dass eine wirkungsgerechte Berücksichtigung der Streuungen besser durch den "Maximalen Monat" erzielt werden kann. Gleichzeitig könnte, da die für das Verfahren notwendigen Daten von den Flughäfen im Regelfall veröffentlicht werden, die Transparenz für den Bürger erhöht werden. Exemplarisch werden an einem Flughafen die flächenhaften Auswirkungen des vorgeschlagenen Verfahrens diskutiert.

Do. 14:50 SN 19.2

Fluglärm

Fortschreibung der zivilen Flugzeugklassen für die Anlei- tung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)

T. Myck^a und B. Vogelsang^b

^a*Umweltbundesamt*; ^b*Niedersächsisches Umweltministerium*

Zur deutlichen Verbesserung des Lärmschutzes an zivilen und militärischen Flugplätzen beabsichtigt die Bundesregierung, das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30.03.1971 zu novellieren. Hierzu hat die Bundesregierung im Mai 2005 einen Gesetzentwurf vorgelegt, der in der 16. Legislaturperiode im Deutschen Bundestag beraten werden soll. Die Konkretisierung der Gesetzesnovelle erfolgt im untergesetzliche Regelwerk, in dem vor allem das Verfahren zur Berechnung der Lärmschutzbereiche detailliert festgelegt wird. Die Berechnungsvorschrift (AzB) enthält insbesondere die akustischen und flugbetrieblichen Daten der zivilen und militärischen Flugzeugklassen.

Die in der zurzeit noch gültigen (alten) AzB angegebenen Flugzeugklassen beschreiben die Geräuschemission und die Flugleistungen moderner Luftfahrzeuge nur unzureichend. Für die zivilen Flugzeugklassen wurde deshalb Ende der 90er Jahre eine Aktualisierung vorgenommen, die für verschiedene Fälle angewendet wird. So werden die neuen Flugzeugklassen nicht nur

für Arbeiten zur Novellierung des Fluglärmggesetzes benutzt, sondern auch in verschiedenen Fluglärmgutachten verwendet. Aufgrund der dabei gewonnenen Erfahrungen und der Fortschritte im Luftfahrzeugbau und in der Flugbetriebstechnik werden Vorschläge für eine Fortschreibung der AzB-Flugzeugklassendaten unterbreitet.

Do. 15:15 SN 19.2

Fluglärm

Spektrale dreidimensionale Richtcharakteristiken für Flächenflugzeuge

G. Thomann und W. Krebs

Empa Materials Science & Technology

Die Empa führte in Zürich akustische Messungen am realen Flugbetrieb durch. Das Ziel dieser Messungen war der Ausbau und die Erneuerung des akustischen Quellendatensatzes von Flula2. Das in Flula2 implementierte Quellenmodell ist bezüglich Richtwirkung nur vom Abstrahlwinkel abhängig. Es ist in Flugrichtung rotationssymmetrisch und kennt keine azimuthale Richtwirkung. Die azimuthale Richtwirkung wurde für Helikopter in einem Pilotprojekt Ende der 90er Jahre bestimmt. Dort wird ein dreidimensionales Quellenmodell auf der Basis von Kugelflächenfunktionen verwendet. Die Richtwirkung wird dabei mittels zweier Winkel beschrieben, separat für die Terzbandspektren von 25 bis 5000 Hz. Dieses Modell soll nun auch für Flächenflugzeuge angewendet werden. Die Untersuchung soll dabei die Machbarkeit von dreidimensionalen Richtcharakteristiken für Flächenflugzeuge nachweisen, die Unterschiede zur Rotationssymmetrie sowie den Einfluss der Lage und der Art des Triebwerks aufs Abstrahlverhalten aufzeigen. Die Auswertung der Messungen zeigt eine deutliche azimuthale Richtwirkung auch bei Flächenflugzeugen. Je nach Flugzeugtyp werden seitlich zum Rumpf Abweichungen bis zu vier Dezibel gefunden im Vergleich zur Schallabstrahlung direkt unterhalb des Flugzeugs. Für Flugzeuge mit den Triebwerken am Heck besteht eine befriedigende Übereinstimmung mit den Korrekturen für den Installationseffekt gemäss ECAC Doc29R im Gegensatz zu Flugzeugen, wo die Triebwerke unter den Flügeln montiert sind. Die im dreidimensionalen Modell gefundene Richtwirkung unterscheidet sich jedoch auch stark bei Flugzeugen mit identischen Triebwerkskonstellationen. So ist die seitliche Richtwirkung der A310 300 vergleichbar mit den Korrekturen für den Installationseffekt für Flugzeuge mit heckmontierten

Triebwerken, wohingegen die A320 einen deutlichen Anstieg der seitlichen Schallabstrahlung bei rund 30 Grad zeigt.

Do. 15:40 SN 19.2

Fluglärm

SANCTE: Eine standardisierte Testumgebung zur Überprüfung von Fluglärmrechnungsprogrammen

W. Krebs^a, M. Balmer^b und E. Lobsiger^c

^a*Empa, Abteilung Akustik*; ^b*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern*; ^c*Lobsiger Consulting*

Die Ermittlung der Lärmbelastung durch Fluglärm erfolgt vorwiegend mit Hilfe entsprechender Berechnungsverfahren. Wegen den weitreichenden rechtlichen und wirtschaftlichen Folgen der darauf basierenden raumplanerischen Entscheide werden hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der hierzu verwendeten Berechnungsprogramme gestellt. Da sich die heute im Gebrauch befindenden Programme sowohl bezüglich der verwendeten Inputdaten wie auch bezüglich der Rechenmethoden und Datenformate stark unterscheiden, ist es sehr schwierig, die Gleichwertigkeit verschiedener Programme zu beurteilen. Um die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Fluglärmrechnungsprogramme zu erleichtern hat das BUWAL die Entwicklung einer Testumgebung in Auftrag gegeben, mit deren Hilfe ein systematischer Vergleich verschiedener Verfahren erleichtert werden soll. Mit Hilfe der Testumgebung 'Swiss Aircraft Noise Calculation Test Environment' (SANCTE) sollen unterschiedliche Verfahren und Programme zur Ermittlung von Fluglärmbelastungen in einer standardisierten Art überprüft und beurteilt werden können. Hierzu werden in mehreren Datensätzen alle für die Berechnung von Fluglärmbelastungen erforderlichen Informationen bereitgestellt, um eindeutige und vergleichbare Berechnungen durchzuführen. SANCTE soll für verschiedene Implementationen von Fluglärmrechnungsprogrammen anwendbar sein. Die Daten werden deshalb so definiert, dass sie mit vertretbarem informatischem Aufwand in die spezifischen Formate der zu testenden Programme umgewandelt werden können. Neben der Bereitstellung von standardisierten Inputdaten werden in SANCTE auch Kennwerte zu den für eine eindeutige Berechnung massgebenden Randbedingungen vorgegeben. Zur Erleichterung der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Berechnungen werden zudem Minimalanforderungen an die Ausgabeformate der Berechnungsergebnisse festgelegt.

Do. 16:05 SN 19.2

Fluglärm

Empfehlung für Fluglärmberechnungsverfahren unter Beachtung der Methodenfreiheit: Initiierung einer standardisierten Testumgebung (SANCTE)M. Balmer^a, H. Bögli^a, F. Abbühl^a, D. Hiltbrunner^b und W. Krebs^c^aBundesamt für Umwelt (BAFU); ^bBundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL); ^cEmpa

Fluglärmimmissionen werden gemäss schweizerischer Lärmschutz-Verordnung (LSV) grundsätzlich rechnerisch ermittelt. Dies schliesst eine Ermittlung via Messungen zwar nicht vollkommen aus, dennoch kommt der Berechnung ein grosser Stellenwert zu. Die LSV schreibt denn auch vor, dass die Berechnungen nach dem anerkannten Stand der Technik durchzuführen sind und übergibt dem Bundesamt für Umwelt BAFU (vor 1.1.2006: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL) die Aufgabe, geeignete Berechnungsverfahren zu empfehlen. Zur Ausarbeitung einer entsprechenden Empfehlung wurde eine Arbeitsgruppe eingesetzt. Darin sind die wichtigsten involvierten Bundesstellen vertreten, sowie Entwickler und Nutzer von Fluglärmberechnungsprogrammen.

Die Arbeitsgruppe geht von folgender Ausgangslage aus: Berechnungen werden heute mit den beiden Programmen FLULA der EMPA sowie dem IMMPAC durchgeführt, einer unabhängigen Entwicklung des Physikers E. Lobsiger. Keines von beiden gilt als schweizerisches Referenzprogramm.

U. a. werden folgende Zielsetzungen für die Empfehlung angestrebt: Unter Beachtung der Methodenfreiheit soll kein Referenzverfahren festgelegt werden. Aus Gründen der Vollzugskontinuität sollen die beiden Programme FLULA und IMMPAC Eingang in die Empfehlung finden. Darüber hinaus sollen nach gängigen Normen erstellte Verfahren aufgenommen werden. Damit soll die Möglichkeit Fluglärmimmissionen zu berechnen, nicht von staatlicher Seite auf zwei Büros begrenzt werden. Um die Gleichwertigkeit verschiedener Verfahren bzw. Programme in Bezug auf rechtlich relevante Ergebnisse sicher zu stellen, sollen verschiedene Instrumente zur Verfügung gestellt werden. Eines davon ist eine standardisierte Testumgebung (SANCTE). Siehe Beitrag "SANCTE: Eine standardisierte Testumgebung zur Überprüfung von Fluglärmberechnungsprogrammen" von W. Krebs et al.

Do. 8:30 SN 19.3

Quelllokalisierung

Beamforming - Zeitbereich versus FrequenzbereichO. Jaeckel und R. Schröder*GFal e.V.*

Bei bildgebenden akustischen Verfahren haben in den letzten Jahren auf dem Delay-and-Sum-Beamforming beruhende Kartierungssysteme (Akustische Kamera) größere praktische Bedeutung zur schnellen Lokalisierung der Hauptschallquellen von Maschinen, Anlagen und Geräten erlangt. Bei diesem Verfahren wird ein Mikrofonarray rein rechnerisch auf einen Punkt in der Meßebebene bzw. im Raum fokussiert, indem nach Kompensation der Laufzeitunterschiede der einzelnen Mikrofonkanäle eine kohärente Aufaddition der Zeitsignale und eine anschließende Normierung auf die Kanalzahl vorgenommen werden. Für die derart rekonstruierte Zeitfunktion lassen sich dann interessierende Kenngrößen wie etwa Schalldruck oder Pegelwerte berechnen. Wendet man dieses Prinzip auf alle interessierenden Meßpunkte der Objekt-Ebene bzw. einer Modelloberfläche an, erhält man eine Kartierung der Schalldruckverteilung über dem Objekt, welche in aktuellen Systemen meist als Falschfarbdarstellung mit automatischer Überlagerung eines optischen Bildes des Meßobjektes dargestellt wird. Der Beitrag stellt die praktischen Vor- und Nachteile einer Berechnung des Beamforming-Verfahrens sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich gegenüber. Es wird aufgezeigt, daß die in der Akustik sehr stark tradierte, einseitige Betrachtung von Signalen ausschließlich im Frequenzbereich in der Historie des Beamforming (Einschränkung auf Schmalband-Beamforming) und der Theorie der Arraymeßtechnik oftmals den Blick auf die eigentliche Leistungsfähigkeit des Verfahrens versperrt hat. Die Bedeutung einer hohen Signalbandbreite für ein erfolgreiches Beamforming wird demonstriert.

Do. 8:55 SN 19.3

Quelllokalisierung

Methoden zur Erweiterung der Einsatzbedingungen von Beamforming-VerfahrenM. Kern und H. Opfer*Volkswagen AG*

Die schnelle Identifikation von akustischen (Stör-)Quellen gewinnt im Entwicklungsprozess der Automobilindustrie immer

mehr an Bedeutung. Durch die ständig wachsende Prozessorleistung des PC-Standards hat in den letzten Jahren die Lokalisation von Schallquellen mittels Mikrofonarrayverfahren große Verbreitung gefunden. Hierbei bieten Beamforming-Verfahren die Möglichkeit, anhand von Messungen im akustischen Fernfeld Richtungsinformationen aus den aufgezeichneten Schallsignalen zu gewinnen und damit auf die mögliche Quelle zu schließen. Die Schwächen solcher Ortungsmethoden sind hinlänglich bekannt und reichen von einer i. A. zu geringen, frequenzabhängigen Ortsauflösung, einer unzureichenden Dynamik, einer Abhängigkeit von der Richtcharakteristik der betrachteten Quelle, einer großen Störempfindlichkeit bis hin zu Problemen mit Geisterquellen, die durch räumliches Aliasing entstehen. Alle diese Aspekte gestalten den Einsatz dieser Verfahren in der Praxis und die Interpretation der Ergebnisse problematisch und verlangen i. A. ideale Messbedingungen. In dieser Studie werden Mess- und Analysemethoden untersucht, um Beamforming-Verfahren, wie die 'Akustische Kamera', auch im alltäglichen Entwicklungsprozess unter akustisch ungünstigen Bedingungen einsetzen zu können.

Do. 9:20 SN 19.3

Quelllokalisierung

Einfluss fortgeschrittener Signalverarbeitungstechniken bei praktischen Mikrofonarraymessungen

C. Schulze^a und E. Sarraj^b

^a*Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH*; ^b*Brandenburgische Technische Universität Cottbus*

Die Anwendung von Mikrofonarrays ist eine Möglichkeit zur Lokalisation von Schallquellen an Fahrzeugen, Maschinen u.a., die in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat. Seit der Entwicklung dieser Methode entstanden eine Vielzahl von Algorithmen zur Signalverarbeitung, die den Informationsgehalt der gewonnenen Schallfeldabbildungen verbessern. Ein Großteil dieser Algorithmen beruht auf der Veränderung und Erweiterung des meist zugrunde liegenden Beamforming Algorithmus. Einer dieser Algorithmen basiert auf der Variation der Korrelationsmatrix der Mikrofonsignale im Frequenzbereich. Durch die Vernachlässigung der Autokorrelationsterme werden unkorrelierte Signalanteile (z.B. Eigenrauschen der Mikrofone) nicht in die Berechnung mit einbezogen. Ein bisher ungeklärtes Problem stellt

der Einfluss dieser Methode auf den absoluten Schalldruckpegel der lokalisierten Schallquellen dar. Anhand der Auswertung einer Vielzahl von praktischen Ergebnissen soll dieses Problem untersucht werden.

Do. 9:45 SN 19.3

Quelllokalisierung

Akustische Holografie und Schallintensitätssonde für die Kartierung der Schallintensität im akustischen Nahfeld - Ergebnisse und Diskussion experimenteller Untersuchungen an Plattenstrukturen

M. Quickert^a, R. Neugebauer^b, H. Kunze^a und M. Gnauck^a

^aFraunhofer IWU Dresden; ^bFraunhofer IWU Chemnitz

Bei der Untersuchung der Schallabstrahlung von Maschinen und Bauteilen ist oft die Frage nach dem Beitrag einzelner Teilbereiche zu beantworten. In der Praxis ist der Einsatz der Kartierung der Schallintensität mit Hilfe einer p-p-Sonde oft anzutreffen. Ein Problem dabei besteht jedoch in dem zu findenden Kompromiss zwischen hinreichender Auflösung der Kartierung und einer Messung im Nahfeld. Ein ausgeprägter reaktiver Anteil des akustischen Nahfeldes verfälscht die Ergebnisse der Schallintensitätsmessung. Die Anwendung der akustischen Holografie mit Hilfe von Mikrofonarrays führt hier zum Ziel. Es werden Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an Plattenstrukturen vorgestellt und diskutiert.

Do. 10:10 SN 19.3

Quelllokalisierung

Über die optische Analyse von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen

B. Egger^a und H. Pastillé^b

^aLehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München;

^bVolke Consulting Engineers GmbH & Co. Planungs KG

Bei beweglichen Teilen sind geringe Unregelmäßigkeiten im Bewegungsablauf oft Anlass für unerwünschte, meist tieffrequente Geräusche oder deren Modulationen. Zur optischen Analyse solcher Schwingungsvorgänge, können neben der bekannten Laser-Doppler-Vibrometrie auch Hochgeschwindigkeitskameras eingesetzt werden. Die dadurch erzielten Aufnahmen von bis zu 10.000 Bildern pro Sekunde ermöglichen eine Analyse dieser akustisch relevanten Unregelmäßigkeiten und Störungen bewegter Teile, die mit freiem Auge nicht mehr zu erkennen sind.

Im Rahmen dieses Beitrags soll ein Analyseverfahren vorgestellt werden, das es ermöglicht, relevante Größen aus einer Hochgeschwindigkeitsaufnahme zu extrahieren. Dadurch ist eine genaue Geräuschlokalisierung und eine Analyse der entsprechenden Frequenzen möglich. Neben der Geräuschanalyse eignet sich dieses Verfahren ebenso für eine Überprüfung von Gleichlaufeigenschaften beweglicher Teile. Die Entwicklung dieses Systems basiert auf dem Beitrag "About the use of high-speed-cameras in acoustics" (H. Pastillé, DAGA'04).

Do. 14:00 SN 19.3 Reflexionsarme Räume und Hallräume

Reflexionsarme Räume zwischen Normen und Kundenwünschen

H.-J. Milz

G+H Schallschutz

Reflexionsarme Räume zwischen Normen und Kundenwünschen

Normen bilden die Basis zur Ermittlung vergleichbarer Daten. Sie geben ein Gerüst vor, mit dem weltweit identisch gearbeitet wird.

Reflexionsarme Räume werden in diesem Rahmen vielseitig genutzt, zum Beispiel in der Schalleistungsmessung technischer Aggregate, in der Automobilindustrie zur Messung der Fahrzeuggeräusche, in der Elektroakustik zur Mikrofonkalibrierung und im Lautsprecherbau sowie in der Audiometrie zur Bestimmung des Hörvermögens.

Diese vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten stellen unterschiedliche Anforderungen an die akustische Raumqualität.

Neben den für normgerechte Messungen verlangten Raumeigenschaften werden zunehmend über den Rahmen der Normen hinausgehende Forderungen gestellt. So wünschen etwa die Entwicklungszentren der Automobilindustrie bei immer tieferen Frequenzen verlässliche Messwerte.

In dem Vortrag werden einzelne Einsatzbereiche reflexionsarmer Räume vorgestellt. Die entsprechenden genormten Anforderungen werden besprochen und mit realisierten Kundenwünschen verglichen.

Do. 14:25 SN 19.3 Reflexionsarme Räume und Hallräume

Errichtung eines Halbfreifeldraumes und Überprüfung der Eignung für Schallmessungen im Hörfrequenz- und hörnahen Ultraschallbereich

A. Gerlach^a, V. Wittstock^b und C. Bethke^b

^a*Robert Bosch GmbH*; ^b*PTB Braunschweig*

Schallmessräume werden überwiegend für den Hörfrequenzbereich bis 16 kHz konzipiert. Für unsere Aufgaben wurde ein reflexionsarmer Halbraum für Messungen im Hörfrequenz- und hörnahen Ultraschallbereich errichtet. Daher haben wir bei der Ausführung auf eine reflexionsarme Gestaltung aller Raumelemente auch im Ultraschallbereich geachtet, insbesondere bei der Tür, der Beleuchtung und den elektrischen Anschlüssen. Einige Details der Gestaltung stellen wir vor. Die Eigenschaften des Schallmessraumes haben wir durch den Vergleich der räumlichen Abnahme des von einer Prüfschallquelle erzeugten Schalldrucks mit dem theoretischen Verlauf in einem idealen reflexionsfreien Halbfeld beurteilt. Bei dieser Abnahmemessung waren gegenüber ISO 3745 Anhang A einige zusätzliche Überlegungen erforderlich. Wir haben eine geeignete Schallquelle ausgewählt und die Einrichtung zum Führen des Mikrofons angepasst. Wir diskutieren ausgewählte Ergebnisse der mit reinen Sinustönen ausgeführten Messungen.

Do. 14:50 SN 19.3 Reflexionsarme Räume und Hallräume

Messung und Bewertung der Diffusität des Schallfeldes in einem Hallraum

H. Remmers^a, M. Kappelman^b und M. Blau^b

^a*itap - Institut für technische und angewandte Physik GmbH*; ^b*FH Oldenburg, Institut für Hörtechnik und Audiologie*

Im Rahmen des Neubaus eines normgerechten Hallraums für die itap GmbH sollte die Qualität der Diffusität des Schallfeldes messtechnisch erfasst und optimiert werden. Dazu sind physikalische Kenngrößen wie die Pegelverteilung, die Intensität als auch die Kohärenzfunktionen des Schallfeldes im Hallraum unter verschiedenen Bedingungen gemessen worden. Die Messergebnisse werden dargestellt und mit physikalisch/technisch motivierten Zielvorgaben verglichen. Der Begriff der Qualität eines diffusen Schallfeldes wird diskutiert.

Do. 8:30 SN 19.7

Stimm- und Sprechakustik

Modellierung des subglottalen Systems für die artikulatorische SprachsyntheseP. Birkholz und D. Jackel*Institute of Computer Sciences, University of Rostock*

Bei der Spracherzeugung ist die akustische Kopplung zwischen dem subglottalen und dem supraglottalen System umso stärker, je größer die glottale Öffnung ist. Daher wird der Sprachschall besonders bei behauchter Phonation sowie bei der Erzeugung stimmloser Frikative und Plosive auch durch die Resonanzen des subglottalen Systems beeinflusst. Für eine hohe Qualität artikulatorischer Sprachsynthese ist daher auch die physiologisch-akustische Modellierung des subglottalen Systems sinnvoll. In dieser Arbeit wurde untersucht, wie sich das subglottale System effizient hinsichtlich strömungsakustischer und geometrischer Parameter mit einem diskreten 1D-Rohrmodell nachbilden lässt, das durch eine einzelne Flächen- und Umfangsfunktion definiert ist. Existierende Rohrmodelle für das subglottale System aus der Literatur verwenden in der Regel eine große Anzahl (ca. 20-30) diskreter Rohrabschnitte und sind dadurch verhältnismäßig rechenintensiv. Zur Verringerung des Rechenaufwandes schlagen wir ein diskretes Rohrmodell für die numerische Simulation im Zeitbereich mit nur 13 Rohrabschnitten vor, das sowohl den DC-Strömungswiderstand als auch die Frequenzen und Bandbreiten der ersten drei subglottalen Resonanzen korrekt nachbildet.

Do. 8:55 SN 19.7

Stimm- und Sprechakustik

Tomographie der Glottis durch Messung der elektrischen TransferimpedanzT. Frauenrath^a, M. Kob^b, C. Disselhorst-Klug^c und O. Goldschmidt^b

^a*Institut für Technische Akustik*; ^b*Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen*; ^c*Lehrstuhl für Angewandte Medizintechnik, alles RWTH Aachen*

In der medizinischen Messtechnik ist das Elektroglottographieverfahren ein wichtiges Instrument zur Beurteilung der dynamischen Öffnungsfläche der Glottis. Die Darstellung und Analyse

der Amplitude der zur Glottis- Öffnungsfläche invers proportionalen Transferimpedanz wird u.a. als Hilfsmittel zur Diagnose von Stimmstörungen eingesetzt. Die Lage der geöffneten Glottis und damit die Höhe des Kehlkopfes ist jedoch mit diesem konventionellen EGG-Verfahren nicht zu bestimmen. Diese Information ist jedoch sowohl für die Ermittlung der Kehlkopfstellung bei Sängern als auch für die Diagnostik von Kehlkopfpathologien und Schluckbewegungen von Interesse. Mit einer mehrkanaligen Erweiterung des EGG-Verfahrens soll im Zeitmultiplexverfahren die räumliche Bewegung des Kehlkopfes erfasst und dargestellt werden, um im medizinischen Einsatz weitere Symptome zu diagnostizieren die bisher eine invasive Beobachtung oder sehr aufwändige Messtechnik (MRI) erfordern. Unser Ansatz bestimmt die elektrische Transferimpedanz durch den Kehlkopf in verschiedenen Raumrichtungen und ermittelt aus diesen die raum- und zeitaufgelöste Lage der Glottis. In dieser Arbeit werden verschiedene Verfahren zur Impedanzmessung der Glottisposition gegenüber gestellt sowie der Messaufbau erläutert.

Do. 9:20 SN 19.7

Stimm- und Sprechakustik

Acoustic and somatosensory information for feedback control in a neural model of speech production

B.J. Kröger^a, P. Birkholz^b, J. Kannampuzha^a und C. Neuschaefer-Rube^a

^a*University Hospital Aachen and RWTH Aachen;* ^b*Institute of Computer Sciences, University of Rostock*

A comprehensive model of speech production based on artificial neural networks is introduced. The goal of this approach is to model the natural cortical and subcortical processes of speech production and perception. A sensory neural map comprising a somatosensory and an auditory part forms the central layer within this network. A speech-sound-to-sensory-state mapping activates the expected sensory state (i.e. somatosensory and auditory state) for a sound. A 3D articulatory speech synthesizer generates tactile, proprioceptive, and acoustic signals which are transformed into a sensory state representing the current articulation. The difference vector between expected and current sensory state can be interpreted as the driving force for feedback control of articulation. Thus a sensory-state-to-articulation mapping is used for controlling articulation on the basis of this sensory difference vector. This paper focuses on both parts of the

sensory state map (i.e. auditory state map and somatosensory state map) and focuses on the mappings from speech sounds (i.e. phonemes) to sensory states as well as from sensory states to articulation.

Do. 9:45 SN 19.7

Stimm- und Sprechakustik

Entwicklung eines Client-Server-Systems für die patientenbezogene Aufnahme, Speicherung und Auswertung von Stimmsignalen

M. Kob^a, C. Neuschaefer-Rube^b und S. Krämer^c

^a*Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen;* ^b*University Hospital Aachen and RWTH Aachen;* ^c*Lehr- und Forschungsgebiet für Phoniatrie und Pädaudiologie*

Noch gibt es keine nationalen oder internationalen Normen zur Durchführung hochqualitativer Stimmaufnahmen oder zur Analyse von Stimmpathologien, was vergleichende Studien sehr erschwert. Ziel der im Rahmen studentischer Arbeiten entwickelten Software ist es, ein System zur dezentralen Aufnahme aber zentralen Speicherung und Verarbeitung von Signalen zu schaffen. Das vorgestellte System realisiert diesen Vorteil des ortsungebundenen Zugriffs mit der Trennung der Aufgaben in Client und Server. Auf dem Server laufen Java-Servlets zur Auswertungen der Signale sowie die Datenbank zur Speicherung. Der Client dient zur Steuerung der Analysen, Darstellung der Resultate und Signalaufnahme. Zur Integration neuer Analysemodule dient eine Pluginschnittstelle, die zur Laufzeit neue Auswertungen einbinden kann. Die Aufnahmequalität der importierten oder per Soundkarte direkt erstellten Aufnahme wird von einem JAVA-Applet über die Analyse kritischer Parameter automatisch beurteilt und stellt eine Eignung der Signale für nachfolgende Analysen sicher. Es lassen sich mit dem System neben Gruppenvergleichen auch der zeitliche Verlauf ausgewählter Parameter während der Therapie darstellen. Die Speicherung der Daten im XML-Format erlaubt Im- und Export beliebiger anderer Formate, ein differenziertes Rechtesystem stellt den Datenschutz sicher. Durch die vernetzte Nutzung gemeinsamer Algorithmen soll eine qualitativ hochwertige Sammlung von Referenzaufnahmen geschaffen werden, die eine Grundlage für die objektive Klassifikation der Symptome von Stimmpathologien schafft.

Do. 10:10 SN 19.7

Stimm- und Sprechakustik

Stimmhafte Anregung als synchronisierte Antwort eines eindeutigen fundamentalen TreibersF.R. Drepper*Forschungszentrum Jülich GmbH*

Das stimmhafte Sprachsignal wird als stochastische sekundäre Antwort eines bandbegrenzten fundamentalen Treibers dargestellt, der anhand des Sprachsignals eindeutig rekonstruiert wird. Die Rekonstruktion beruht auf einer stimmenspezifischen Teilbandzerlegung und schließt eine Bestätigung der topologischen Äquivalenz zwischen dem fundamentalen Treiber und einem glottalen Master-Oszillator der stimmhaften Phonation ein. Von dem schmalbandigen glottalen Master-Oszillator wird angenommen, dass er die breitbandige Vokaltraktanregung und mehrere Unterbänder des Sprachsignals synchronisiert und beim menschlichen Empfänger die Tonhöhenwahrnehmung hervorruft. Die synchronisierte primäre Antwort wird durch eine stetige Kopplungsfunktion eines potentiell retardierten Zustandes des fundamentalen Treibers dargestellt und als stimmhafte Quelle eines Vokaltraktfilters interpretiert. Eigenschaften der primären Antwort können als zusätzliche Kenngrößen der automatischen Spracherkennung genutzt werden.

Do. 14:00 SN 19.7

Schulakustik

Lärm ein Stressor? - Raumakustische Ergonomie der SchuleG. Tiesler^a und M. Oberdörster^b^a*ISF / Universität Bremen*; ^b*Saint-Gobain Ecophon GmbH*

Basierend auf den Analysen zu veränderten pädagogischen Arbeitsformen im Schulalltag (vgl. Oberdörster: Raumakustische Ergonomie) wird der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen der im Schulunterricht entstehende "Lärm" als natürliches Arbeitsgeräusch auf die unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer hat. Darf hier generell von dem "Lärm-Stress" gesprochen werden oder ist dies mehr eine emotionale Reaktion auf die Art der Arbeitsaufgabe? Es wird der Einfluss raumakustischer Bedingungen auf die physiologisch messbare Beanspruchung der Lehrerinnen und Lehrer in Abhängigkeit vom Unterrichtsgeschehen, Arbeitsformen und Redeanteile, am Beispiel von Aufzeichnungen aus 175 Unterrichtsstunden dargestellt. Die Analyse der

Daten ist bis zu einer zeitlichen Auflösung von 5 min für den Unterricht möglich. An einer Grundschule wird die unterschiedliche Situation in je vier Klassen mit einer Nachhallzeit $> 0,5$ sec und vier Klassen mit $< 0,5$ sec untersucht, in einer zweiten Grundschule die Veränderung durch Sanierung der Raumakustik von 0,8 sec auf unter 0,4 sec. Als Datensatz steht ein kontinuierlich aufgezeichneter Unterrichtsschallpegel LA,1sec, sowie Unterrichtsbeobachtung durch zwei Beobachterinnen im 1 sec Takt und die kontinuierlich registrierte Herzfrequenz der Lehrkraft zur Verfügung. Damit wird es erstmals möglich das Unterrichtsgeschehen und seine Wirkung auf die Lehrkraft quasi als Prozess zu betrachten.

Do. 14:25 SN 19.7

Schulakustik

Raumakustische Ergonomie der Schule - eine Voraussetzung für 'modernen' Unterricht?

M. Oberdörster^a und G. Tiesler^b

^a*Saint-Gobain Ecophon GmbH*; ^b*ISF / Universität Bremen*

Im Mittelpunkt der hier vorgestellten interdisziplinären Untersuchung zur "akustischen Ergonomie der Schule" steht weniger die physikalische Eigenschaft des Klassenraums an sich, sondern die Frage nach der unterrichtlichen Realität im Schulalltag. Am Beispiel von zwei Grundschulen mit unterschiedlichen pädagogischen Grundansätzen werden die aktuellen pädagogischen Trends in ihren konkreten daraus resultierenden Arbeitsformen und dem damit verbundenen Kommunikationsverhalten im Unterricht beleuchtet. Auf der Basis von 175 Unterrichtsstunden werden in einem ersten Schritt die Auswirkungen der verschiedenen Arbeitsformen (Frontalunterricht vs. differenzierter Unterricht) auf Grund- (LA95) und Arbeitsgeräuschpegel (LAeq) im Klassenraum analysiert. In einem zweiten Schritt wird untersucht, wie sich eine veränderte Raumakustik (Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit) auf diese Pegel im Kontext der jeweiligen Arbeitsform auswirkt. Durch eine erweiterte Datensatzbeschreibung ist es methodisch dabei erstmals möglich, nicht nur Stundenmittelwerte auszuwerten, sondern direkt in Unterrichtsphasen, die von bestimmten pädagogischen Merkmalen dominiert werden, hineinzu sehen. Die Ergebnisse liefern die Folie zur weitergehenden Frage (3. Schritt) nach Stress und Arbeitsbeanspruchung im Unterricht (vgl. Tiesler: Lärm ein Stressor?).

Do. 14:50 SN 19.7

Schulakustik

Akustische Bedingungen in Grundschulen und Ihre Wirkung auf die Lernleistung der Kinder - Teil 1: akustische UntersuchungenJ. Seidel, L. Weber und P. Leistner*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Die Lernleistung von Kindern wird unter anderem von den akustischen Bedingungen in den Unterrichtsräumen beeinflusst. Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsvorhabens 'Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen von Grundschulkindern' wurden die entsprechenden Zusammenhänge näher untersucht. Das Projekt erfolgte in Zusammenarbeit von Psychologen (Universitäten Oldenburg und Eichstätt) und Akustikern (Fraunhofer Institut für Bauphysik). Der hier beschriebene Beitrag beschäftigt sich mit den Ergebnissen der akustischen Untersuchungen. Über die psychologischen Untersuchungen wird in einem zweiten Beitrag innerhalb der gleichen Sitzung berichtet.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden 20 Klassenräume in 8 Stuttgarter Grundschulen akustisch vermessen. Die Räume wurden so ausgewählt, dass sie eine möglichst große akustische Bandbreite aufwiesen. Das Messprogramm umfasste bau- und raumakustische Größen sowie die Sprachverständlichkeit. Des weiteren wurden kognitionspsychologische Untersuchungen mit den im jeweiligen Klassenraum unterrichteten Kindern durchgeführt. Es wird über die bislang vorliegenden Untersuchungsergebnisse berichtet, wobei der Schwerpunkt auf bau- und umweltakustischen Fragestellungen liegt.

Do. 15:15 SN 19.7

Schulakustik

Feldstudie zur Akustik in Schulen und ihrer Wirkungen auf Kinder Teil 2: Ergebnisse aus kognitiven Leistungstests und FragebogendatenM. Klatte^a, M. Wegner^b und J. Hellbrück^b^aUniversität Oldenburg, Institut für Psychologie; ^bKatholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Ergebnisse aus laborexperimentellen Untersuchungen weisen darauf hin, dass Kinder durch ungünstige Hörbedingungen wesentlich stärker beeinträchtigt werden als Erwachsene. Störgeräusche und Nachhall erschweren das Hörverstehen und interferieren mit Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozessen, die für

das schulische Lernen von maßgeblicher Bedeutung sind. In diesem Beitrag wird eine Feldstudie zur Wirkung der schulischen "Hörumwelt" auf die Leistungen und das subjektive Befinden von Kindern vorgestellt. An der Studie nahmen Erst- und Zweitklässler aus 21 Schulklassen teil. Die Stichprobe wurde aufgrund bau- und raumakustischer Kriterien rekrutiert (s. hierzu Beitrag von Seidel et al.). Die Datenerhebung erfolgte im Juni und Juli 2005. Erfasst wurden die Lese- und Rechtschreibleistungen der Kinder sowie grundlegende auditive und kognitive Funktionen (Hörverstehen, Kurzzeitgedächtnis, phonologische Bewusstheit). Weiterhin wurden soziale und emotionale Faktoren des Schulbesuchs (Schuleinstellung, Klassenklima, Lernfreude etc.) und die subjektive Lärmbelastung anhand von kindgerecht gestalteten Fragebögen erhoben. Erste Datenanalysen deuten auf hypothesengemäße Zusammenhänge zwischen akustischen Messgrößen und spezifischen Aspekten der Befragungs- und Leistungsdaten hin. Diesbezügliche Ergebnisse werden berichtet und Konsequenzen für die akustische Gestaltung von Lernumwelten diskutiert.

Do. 15:40 SN 19.7

Schulakustik

Bedeutung kurzer Nachhallzeiten bei tiefen Frequenzen für die raumakustische Qualität in Unterrichtsräumen

E. Mommertz^a und P. Reents^b

^aMüller-BBM GmbH; ^bTU Graz

Die Bedeutung der Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen auf die Sprachverständlichkeit wird derzeit kontrovers diskutiert. Da hierzu neue wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse nicht vorliegen, wurde in der Neufassung der DIN 18041 "Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen", 05.2004 darauf verzichtet, Anforderungen an die Nachhallzeit unterhalb von 100 Hz aufzunehmen. Um Aussagen über die Erfordernis spezieller tieffrequenter Absorber in Unterrichtsräumen zu erhalten, wurden systematische Hörversuche im Labor mit Hilfe gemessener und simulierter binauraler Raumimpulsantworten durchgeführt. In diesem Beitrag wird über die Vorgehensweise und Ergebnisse der Untersuchungen berichtet.

Do. 16:05 SN 19.7

Schulakustik

Subjektive Wahrnehmung raumakustischer Faktoren in Unterrichtsräumen durch Schülerinnen und SchülerC. Märtens*Lehrstuhl für Bauphysik, Hannover*

Die aktuelle Diskussion zur Bewertung der akustischen Situation in Unterrichtsräumen konzentriert sich im Wesentlichen auf die Einordnung und Bewertung physikalischer Messwerte (T60; EDT; SNR etc.) bzw. der daraus resultierenden Ableitungen (STI; C50; STIPA etc.). Während die Grenzen dieser Werte und Verfahren innerhalb bestimmter Rahmenbedingungen hinreichend bekannt sind, besteht bei der subjektiv empfundenen Qualität der Raumakustik in Unterrichtsräumen durch die beteiligten Schüler/innen und Lehrer/innen noch Nachholbedarf. Es stellt sich die Frage, ob und wie akustische Parameter der Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit signifikant (statistisch gesichert) für die akustische Behaglichkeit in den Unterrichtsräumen sind. Im Rahmen einer Fallstudie an einer berufsbildenden Schule wurden 78 Schülerinnen aus 3 Jahrgängen über ein Schuljahr beobachtet und hinsichtlich Ihrer subjektiven Eindrücke in verschiedenen raumakustischen Versuchsanordnungen befragt. Die aus über 100 Unterrichtsstunden gewonnen physikalischen Messwerte und die subjektiven Beurteilungen (Fragebögen Kindl; SAK-L < 300 Exemplare) lassen im Rahmen von statischen Analysen Aussagen zu der vorherrschenden akustischen Situation während des Unterrichts zu.

Do. 8:30 PK 3.2

Abschirmung

Maßnahmen zur Minderung von Baulärm auf dem AusbreitungswegI. Haltenorth, L. Weber, P. Leistner und S.-R. Mehra*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Laut einer aktuellen Umfrage des Umweltbundesamtes fühlen sich mehr als die Hälfte aller Befragten von Baulärm zum Teil erheblich belastigt. Durch Bautätigkeit verursachte Geräusche führen also trotz akustischer Verbesserungen an den Lärmverursachern (Baumaschinen) immer noch zu starken Lärmbelästigungen. An der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik werden im Rahmen eines Forschungsvorhabens

neuartige Maßnahmen (Systeme, Methoden) zur Minderung von Baulärm sowie deren Wirkung untersucht. Im Mittelpunkt stehen Verfahren und Vorrichtungen für den TEMPORÄREN LÄRM-SCHUTZ an Baustellen. Dies erfolgt zum einem durch rechnerische Simulation mit akustischen Modellen und zum anderen durch Messungen auf der Baustelle und im Prüfstand.

Dauerhafte Maßnahmen am Immissionsort sind im allgemeinen nicht angemessen, da Baustellenlärm nur über einen begrenzten Zeitraum einwirkt. Das Forschungsvorhaben konzentriert sich deshalb auf den Ausbreitungsweg, bei dem noch erhebliches akustisches Verbesserungspotenzial besteht. Es werden insbesondere Lärmschutzeinrichtungen mit flexibler Struktur und modularer Bauweise (z. B. aufblasbare Kapseln und Schallschirme) untersucht, die schnell auf- und abzubauen sowie kostengünstig herzustellen sind. Neben der akustischen Wirkung wird über die Vor- und Nachteile derartiger Konstruktionen beim Einsatz auf Baustellen berichtet.

Do. 8:55 PK 3.2

Abschirmung

Berechnung der Abschirmung bei stark gerichteten Quellen

D. Kühner

deBAKOM GmbH

Die ISO 9613-2 'Schallausbreitung im Freien' baut bei der Berechnung der Abschirmung auf eine von Maekawa entwickelte Näherung auf. Dieser Näherung liegen ungerichtete Kugelwellenzugrunde. Es wird gezeigt, wie mit der von Fraunhofer entwickelten Näherung zur Beugung die Abschirmung berechnet werden kann. Dies wird am Beispiel eines Schusses mit einer Schrotflinte und einer hinter dem Schützen angeordneten Abschirmung auch demonstriert.

Do. 9:20 PK 3.2

Abschirmung

Schallabsorption von Lärmschutzwänden: Vergleich unterschiedlicher Messverfahren

D. F.p. Pazos, L. Weber, K. Sedlbauer und P. Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Zur Messung der Schallabsorption von Lärmschutzwänden sind verschiedene Labor- und In-situ-Verfahren bekannt (z. B. Kundtsches Rohr, Hallraum oder 'Adrienne'-Verfahren nach DIN

CEN/TS 1793-5), die sich teilweise noch im Entwicklungsstadium befinden oder bereits als fertige Norm vorliegen. Soweit erkennbar, ist aber keines dieser Verfahren universell einsetzbar. Außerdem liefern einige der Messverfahren bei Wänden mit strukturierter Oberfläche physikalisch und akustisch unklare Ergebnisse.

Im Beitrag werden die verschiedenen Messverfahren zur Bestimmung der Schallabsorption in kurzer Form beschrieben und miteinander verglichen. Ziel der Studie ist es, die Verfahren voneinander abzugrenzen, die Anwendungsgrenzen (z. B. nutzbarer Frequenzbereich) abzustecken, die jeweiligen Vor- und Nachteile aufzuzeigen sowie Bezüge zwischen den unterschiedlichen Messgrößen herzustellen. Die Untersuchungen, die im Rahmen einer Dissertation durchgeführt wurden, sollen als Grundlage für die Entwicklung eines neuen In-situ-Messverfahrens mit erweitertem Anwendungsbereich und verbesserter Aussagefähigkeit hinsichtlich der praktischen Schallschutzwirkung dienen.

Do. 9:45 PK 3.2

Abschirmung

Entwicklung hochschallabsorbierender Schallschutzwände aus Gabionen mit unporösem Gestein

E. Mommertz^a und O. Schielke^b

^aMüller-BBM GmbH; ^bFrankenschotter GmbH & Co. KG

Drahtkörbe mit Gesteinsfüllungen werden häufig für Befestigungen von Böschungen oder als gestalterische Elemente an Straßen oder Grundstücken verwendet. Der Einsatz als Schallschutzwand scheiterte bisher an der fehlenden schalltechnischen Eignung. Trotz hoher Flächenmassen wurde die geforderte Schalldämmung nicht erreicht und zudem wurde insbesondere bei der Verwendung unporösen Gesteins eine Einstufung als "hochabsorbierend" verfehlt. Um Gabionen mit unporösem Gestein als hochabsorbierende Schallschutzwände an Straßen und Schienenwegen einsetzen zu können, wurde ein Aufbau entwickelt, der die schalltechnischen Anforderungen gemäß ZTV-Lsw 88 und der Deutschen Bahn erfüllt. In diesem Beitrag wird über die theoretischen und experimentellen Untersuchungen sowie über erste Ausführungsbeispiele berichtet.

Wirksamkeit von SchirmkronenS. Lietjens*Grolimund & Partner AG, Bern*

Für den Autobahnabschnitt N3 Kaiseraugst-Rheinfelden wurden Schallschutzwände dimensioniert und realisiert. Anschliessende Untersuchungen im Rahmen einer Erfolgskontrolle im dahinter liegenden Wohngebiet ergaben, dass die Lärmschutzmassnahmen nicht den gewünschten Effekt erzielen. Um die Lärmsituation zu verbessern, wurden verschiedene Massnahmen untersucht, mit denen die Lärmimmissionen im Wohngebiet zusätzlich vermindert werden können. Im Zuge dieser Untersuchung wurde eine Literaturstudie über die aktuellen Forschungsergebnisse zum Thema Aufsatzelemente für Schallschutzwände, so genannte Schirmkronen, erstellt. Die bisherigen theoretischen Betrachtungen sind viel versprechend und gehen von Verbesserungen der Einfügungsdämpfung von bis zu 10dB aus. Die meisten dieser Ergebnisse stammen allerdings aus Modellrechnungen. Messungen in Modellprüfständen an massstäblichen Modellen konnten die sehr hohen Erwartungen leider bisher nicht bestätigen. Bei bereits erfolgten Untersuchungen im Freifeld ergaben sich für alle Arten von Kronenaufsätzen nur Verbesserungen von 2 bis 3dB. Einige der entwickelten Schirmkronen werden mittlerweile kommerziell hergestellt und vertrieben. Erste Teststrecken entlang von Autobahnen wurden bereits installiert, jedoch gibt es über die tatsächliche Wirkung dieser Schirmkronen bis jetzt noch kaum Veröffentlichungen. Im Vortrag sollen die unterschiedlichen Arten von Schirmkronen (geometrische Formen, Materialien), die bestehenden Prognosemethoden zur Berechnung der Verbesserungswirkung durch Schirmkronen, die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen zur tatsächlichen Verbesserungswirkung von Schirmkronen (rechnerische Ergebnisse, Ergebnisse aus Modellmessungen, Ergebnisse aus Freifelduntersuchungen im Originalmassstab) und die bereits marktreifen Produkte vorgestellt werden.

Do. 14:00 PK 3.2

Lehre und Geschichte der Akustik

Neue Vorlesungen auf dem Gebiet der Akustik an der FH OOWM. Blau*FH Oldenburg*

An der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven existiert seit fast 6 Jahren der Studiengang 'Hörtechnik und Audiologie' (H+A), in dem eine praxisnahe interdisziplinäre Ausbildung in einem breiten Bereich der Akustik und des Hörens stattfindet. Dieser Beitrag sowie der dazu gehörige Beitrag von M. Hansen (siehe diese DAGA) stellen die positiven Erfahrungen aus den Bereichen der Lehre sowie erste Einschätzungen zur Arbeitsmarktsituation der Absolventen dar. Der Studiengang H+A wurde zum WS 05/06 von einem reinem FH-Diplom- auf einen konsekutivem Bachelor/Master-Studiengang umgestellt, der in Kooperation zwischen Fachhochschule und Universität in Oldenburg durchgeführt wird. In diesem Beitrag wird speziell die Lehre im Bereich der akustischen Grundlagenausbildung vorgestellt. Eine Besonderheit gegenüber vielen anderen Akustikvorlesungen besteht darin, daß sie bereits relativ früh im Curriculum stattfindet. Dieser Herausforderung wird insbesondere durch den vermehrten Einsatz von computergestützter Visualisierung akustischer Welleneffekte, durch eine Vielzahl von Experimenten sowie durch die Ermunterung zum selbsttätigen Experimentieren (unterstützt durch Software zur Messung von Pegeln, Nachhallzeiten, Übertragungsfunktionen) begegnet. Die freie Verfügbarkeit der verwendeten Simulations- und Meßsoftware lädt auch hier zur Nachahmung ein.

Do. 14:25 PK 3.2

Lehre und Geschichte der Akustik

Lehre und Ausbildung in Psychoakustik mit psytab: freie Software für psychoakustische ExperimenteM. Hansen*Institut für Hörtechnik & Audiologie, FH Oldenburg*

An der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven existiert seit fast 6 Jahren der Studiengang 'Hörtechnik und Audiologie' (H+A), in dem eine praxisnahe interdisziplinäre Ausbildung in einem breiten Bereich der Akustik und des Hörens stattfindet. Dieser Beitrag sowie der dazu gehörige Beitrag von M. Blau

(siehe diese DAGA) stellen die positiven Erfahrungen aus den Bereichen der Lehre sowie erste Einschätzungen zur Arbeitsmarktsituation der Absolventen dar. Der Studiengang H+A wurde zum WS 05/06 von einem reinem FH-Diplom- auf einen konsekutivem Bachelor/Master-Studiengang umgestellt, der in Kooperation zwischen Fachhochschule und Universität in Oldenburg durchgeführt wird.

In diesem Beitrag wird speziell die Lehre im Bereich Psychoakustik vorgestellt. In Verbindung mit normalen Vorlesungen wird ein Fokus auf Praxisnähe in Kombination mit aktueller psychoakustischer Forschung erreicht, indem die Studierenden eigene umfangreichere psychoakustische Experimente durchführen. Zu diesem Zweck wurde ein open-source Software-Paket 'psylab' erstellt, das unter Verwendung von Matlab die Durchführung, Steuerung und Auswertung beliebiger adaptiv gesteuerter n-AFC Experimente erlaubt. Die Software erfordert bei gewisser Vertrautheit mit Matlab eine sehr geringe Einarbeitungsdauer und wird anhand von Beispielen demonstriert. Sie lädt aufgrund ihrer freien Lizenz auch zum Einsatz in anderen Lehrveranstaltungen ein.

Do. 14:50 PK 3.2

Lehre und Geschichte der Akustik

Lehrlingsprojekt 'Audiometrieraum'

E. Milbrod

Lübeck

Die Ausbildung zum Hörgeräteakustiker / zur Hörgeräteakustikerin ist eine Berufsausbildung im dualen System. Die theoretische Ausbildung (Berufsschule) wird für alle angehenden Absolventen für die gesamte Bundesrepublik Deutschland in Lübeck durchgeführt. Das vorgestellte Projekt wurde mit Schülern dieser Schule im Rahmen der Ausbildung durchgeführt.

Die Ausbildung in Lernfeldern umfasst auch die Arbeit in Projekten. Ein Projekttag wird für die Thematik "Raumakustik" zu verwendet. Die Schüler haben ein großes Interesse an Akustik, wie sie in den Räumen zur Anpassung von Hörgeräten herrscht. Deshalb wurde mit einer Klasse das Thema "Audiometrieraum" bearbeitet. Ziel sollte es sein, einen Raum so zu gestalten, dass er den Bestimmungen des BIAP möglichst nahe kommt

Die Schüler entwickelten die verschiedensten Kompetenzen während dieser Projektarbeit. Sie wurden in die Lage versetzt

fachkompetent ein Problem zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen. Unter den fachlichen Schwerpunkten mussten sie sich mit den Themen Nachhallzeit und Stehenden Wellen in Räumen beschäftigen. Ein Novum war die Beschäftigung mit den Raummoden. Die Möglichkeiten der Messung von Sprachverständlichkeit über den STI wurde ausprobiert.

Do. 15:15 PK 3.2

Lehre und Geschichte der Akustik

Projektarbeit mit internationaler Beteiligung: Lärmrasterkarte für die Stadt Guaratinguetá

K. Künzel und D. Schulz

Hochschule Mittweida (FH)

Seit vier Jahren arbeiten Studenten der Fachrichtung Umweltakustik in Mittweida gemeinsam mit Studenten der UNESP in Guaratinguetá an Lärmkarten für brasilianische Städte, in denen sich die Verkehrssituation zu einem ernsthaften Problem ausgewachsen hat. Gegenwärtig sind fünf Studenten, zwei aus Mittweida in Brasilien und drei aus Brasilien in Mittweida, mit einer Immissionsprognose einschließlich Betroffenheitsanalyse für die an der Magistrale São Paulo - Rio de Janeiro gelegene Universitätsstadt Guaratinguetá befasst. Die Projektarbeit wird für die brasilianischen Studenten an der Hochschule Mittweida begleitet von Vorlesungen zu ausgewählten Themen der Technischen Akustik, speziell zu Fragen der Schallausbreitung im Freien (Umweltakustik). Für die Datenverarbeitung steht das Programm IMMl der Firma Wölfel zur Verfügung. Im Vortrag werden Schwierigkeiten bei der Anwendung europäischer Normen auf Länder aus einem gänzlich anderen Kulturkreis aufgezeigt. Im Mittelpunkt steht aber der Nutzen einer solchen Herangehensweise für die Lehre der Akustik.

Do. 15:40 PK 3.2

Lehre und Geschichte der Akustik

Zur Geschichte der Akustik - Vorstellung einer Projektidee

P. Költzsch

Technische Universität Dresden

Der DEGA-Fachausschuss 'Lehre der Akustik' hatte ein Projekt mit der Thematik 'Geschichte der Akustik/Geschichte der großen Akustiker' vorgeschlagen, für das nunmehr eine Konkretisierung vorgelegt wird. Beabsichtigt ist eine Darstellung der Geschichte

der Akustik anhand der biographischen Daten und der wissenschaftlichen Leistungen großer Akustiker (z. B. Lord Rayleigh, H. v. Helmholtz, G. v. Békésy) bzw. großer Wissenschaftler, die zur Entwicklung des Fachgebietes Akustik beigetragen haben (z. B. I. Newton, H. Barkhausen). Das Projekt soll den Grundsatz verfolgen, dass ein wissenschaftliches Fachgebiet immer von Personen betrieben und entwickelt wird, dass der Fortschritt im Fachgebiet und die Qualität der Erkenntnisse von den individuellen Leistungen der betreffenden Wissenschaftler bestimmt wird und dass sich damit die Entwicklung eines Fachgebietes aus der Summe dieser persönlichen Leistungen von Wissenschaftlern ablesen lässt. Das Projekt soll also nicht direkt die Entwicklung des Fachgebietes Akustik zeigen, sondern nur indirekt, und zwar durch die Mosaiksteine des biographischen und wissenschaftlichen Materials der 'Großen' des Fachgebietes. Kurz gesagt, das Projektergebnis soll die Arbeitsmethode der Historiker realisieren, nicht auszuweisen, wie 'es' war, sondern wie A und B und M und N waren, die 'es' gestaltet haben (nach: H. v. HENTIG in H. JÄCKEL, 2002). Im Vortrag wird eine "Akustiker-Liste" mit etwa 150 Namen vorgelegt, werden ca. 30 Personen für die o. g. Darstellungsart ausgewählt, wird ein Beispiel der beabsichtigten Art der Darstellung eines großen Akustikers gezeigt und wird insbesondere zur Mitarbeit aufgefordert. Das Projekt soll als DEGA-Projekt bearbeitet werden, so dass, vorbehaltlich der Projektgenehmigung, begrenzte Mittel für Rechercharbeiten (für studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte) zur Verfügung stehen werden.

Do. 8:30 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Messungen zur Schwingung eines Paukenfelles

H. Fleischer*UniBw München*

Für ein Membranophon wie die Pauke ist nicht nur von großer Bedeutung, mit welchen Frequenzen das Fell schwingt, sondern auch, welche Formen es dabei ausbildet.

Unterschiedliche flächenhafte Messverfahren (Chladni-Methode, akustische Messungen, Laser-Vibrometrie) sowie Schwingungsbilder, die damit experimentell bestimmt wurden, werden vorgestellt. Neben monofrequenter Anregung, bei der die Schwingungsformen einzeln 'gezüchtet' und nacheinander untersucht werden, wird auch multifrequente Anregung genutzt. Bei letzterer

bilden sich alle Schwingungen gleichzeitig aus und müssen mittels Fourier-Analyse getrennt werden. Solange nichtlineare Effekte keine Rolle spielen, sind beide Vorgehensweisen zulässig. Zusätzlich wird punktuell die Admittanz gemessen, welche die 'Schwingfreudigkeit' des Felles an möglichen Anschlagpunkten charakterisiert.

Bei all diesen Untersuchungen sollten sowohl die Bewegung wie auch die anregende Kraft so gemessen werden, dass die Schwingung des Felles durch den Messvorgang möglichst wenig verändert wird. Während die Bewegung berührungsfrei gemessen werden kann, bereitet die 'masselose' Messung der Anregungskraft Schwierigkeiten. Einige der damit zusammenhängenden Probleme werden aufgezeigt und mögliche Auswege diskutiert.

Do. 8:55 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Transiente Finite-Differenz Modellierung geometrischer Nichtlinearitäten einer balinesischen Gender dasa Platte

R. Bader

Musikwissenschaftliches Institut, Universität Hamburg

Der Einschwingvorgang einer balinesischen Bronzeplatte eines Gender dasa (zehnstäbiges Metallophon), welches von dem instrumenteneigenen Holzhammer angeschlagen wurde wird im Detail untersucht. Das Spektrum des abgestrahlten Klanges wie das durch Accelerometer gemessene besteht aus mehr Eigenmoden als theoretisch angenommen werden kann wenn Biegemoden, longitudinale, axiale und torsionale Moden betrachtet werden. Es zeigt sich, daß die trapezoide Geometrie der Platte zu zusätzlichen Frequenzen im transienten Klangteil führt, welche während des quasi-stationären Teiles verschwinden. Da zu jeder Biegemode nun etwa zwei zusätzliche Moden hinzukommen, scheint es zu Brechungen der Welle des Schlagimpulses an den geometrischen Unstetigkeiten der Trapezform zu kommen, welche neue interne 'Ränder' repräsentieren und somit neue Reflexionsstellen sind. Diese Moden haben geringe Energie, was zu einem schnellen Abklingen führt, während die Grundmode weiterhin stark bleibt auch durch den zugehörigen Bambusresonator verstärkt. Eine transiente Finite-Differenz Modellierung der Platte zeigt diese zusätzlichen Moden während des Einschwingvorgangs, was ebenfalls hörbar gemacht wird. Diese Moden treten nur bei starkem Anschlag der Platte auf, was für den Musikstil

Balis typisch ist, der als sehr lebendig und laut angesehen wird im Gegensatz zu dem javanesischen Gamelanstil, welches sich ebenfalls im Einschwingvorgang zeigt.

Do. 9:20 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Effiziente Schallfeldberechnung von Blasinstrumenten mithilfe Finiter Elemente

J. Baumgart, S. Marburg und R. Grundmann

Technische Universität Dresden

Blasinstrumente setzen sich aus einem schallerzeugenden Mechanismus und einem akustischen Resonator zusammen. Für den Klang des Instrumentes ist das Zusammenspiel beider entscheidend. Der Resonator ist für die Tonhöhe und darüber hinaus für die Klangfarbe mitverantwortlich.

Werden nichtlineare Effekte und der Erregungsmechanismus vernachlässigt, kann das akustische Feld um und im Instrument mit der Helmholtzgleichung im eingeschwungenen Zustand beschrieben werden. Zur Diskretisierung dieser Differenzialgleichung wird hier die finite Elemente Methode eingesetzt, mit welcher eine gute Wiedergabe der Geometrie möglich ist. Bei einer Diskretisierung von 6 Knoten pro Wellenlänge stehen zuverlässige Ergebnisse zur Verfügung.

Aufgrund der notwendigen feinen Diskretisierung ist eine effiziente Lösung des Problems notwendig. Iterative Löser können zu erheblichen Zeiteinsparungen führen, wenn sie problembezogen eingesetzt werden. Das hier gestellte Problem lässt sich als Eigenwertproblem formulieren, und da nur wenige Eigenwerte und dazugehörige Moden interessieren, schnell lösen. Alternativ ist bei diesem Typ von Gleichungssystemen der Einsatz der Lanczos-Padé-Approximation möglich, im besonderen, wenn nur Ergebnisse an wenigen ausgezeichneten Punkten interessieren.

Mithilfe eines in Matlab geschriebenen Programmes werden Möglichkeiten der Anwendbarkeit an Beispielen aufgezeigt. Die beiden iterativen Löser werden in ihrer Anwendbarkeit verglichen.

Do. 9:45 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Numerische Simulation der Wellenausbreitung am TonlochA. Richter, J. Stiller und R. Grundmann*Technische Universität Dresden*

Der in Holzblasinstrumenten auftretende akustische Schwingungsanteil des Druckes liegt um Größenordnungen unter dem Anblasdruck. Die Lösung der kompressiblen, instationären Navier-Stokes'schen Gleichungen ermöglicht die Simulation der Ausbreitung akustischer Wellen unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter, physikalischer Effekte. Hierzu zählen u.a. thermische Verluste über die Wand und nichtlineare viskose Vorgänge. Die numerische Simulation dieser Vorgänge erfordert hierfür die hinreichend exakte Lösung der zugrundeliegenden Strömungsgleichungen.

Spektralelementmethoden (SEM) als Methoden höherer Ordnung haben sich als geeignete Verfahren für aeroakustische Phänomene bewährt. Die Verwendung krummliniger Elemente gestattet zusätzlich die exakte Behandlung gekrümmter Geometrien.

Bei der Ausbreitung akustischer Wellen können sich lokal hohe Gradienten in den Erhaltungsvariablen ausbilden. Beispielsweise führt die Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit zu einer Aufsteilung der akustischen Welle. Mithilfe stabilisierter diskontinuierlicher Galerkin-Verfahren (DG) ist es möglich, solche Phänomene geeignet zu behandeln.

Mittels zweidimensionaler Simulationen unter Verwendung der DG-SEM wird der Einfluss der Tonlochgeometrie wie der Tonlochneigung oder -wandungsdicke auf die Ausbreitung einer akustischen Welle in einem Fagott untersucht.

Die Arbeit stellt das verwendete Verfahren sowie die numerischen Ergebnisse vor.

Do. 10:10 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Vortex Sound of the FluteA. Bamberger*Physical Institute, Albert-Ludwigs University Freiburg*

The flute is investigated for its aeroacoustical properties based on the vortex sound theory. The experimental method uses Particle-Image- Velocimetry (PIV) for quantitative flow determination of the jet-edge interaction. For the complete investigation over all phases a new method, the Endoscopic-PIV, is employed which offers a non-obstructive view of the system. The evaluation of the source term through the vorticity is done according to M. Howe (1975). The acoustic flow across the embouchure is determined by excitation of the standing wave at the foot. The following findings are presented:

- The space integrated and time averaged power of the coherent source terms turns out to be positive, i.e. emitting acoustic energy.
- There is a dominant contribution near the edge (labium).
- Also the time structure of the power within a period is mostly positive.
- The source term power compares favorably at all jet speeds with the measured far field power of the flute which is typically well below 1% of the total input power.

The results can be understood by the observation that the vorticity of the upper and lower shear layer of the jet cancels to a great extend except of regions where the transverse amplitude of the jet is large.

Do. 14:00 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Vergleich von LBM und LES zur Simulation der Tonerzeugung bei FlötenH. Kühnelt^a und C. Reichl^b^a*Institut f Musikalische Akustik (IWK), Universität f. Musik Wien;*^b*arsenal research - Austrian Research*

Die Tonerzeugung bei Flöteninstrumenten und labialen Orgelpfeifen ist (vor allem) durch die strömungs-akustische Wechselwirkung von Luftstrahl und akustischem Feld der stehenden Welle im Instrument bestimmt. Im Mund des Instruments besitzen der Luftstrahl, der vor allem durch seine Wirbelkomponente als inkompressibel charakterisiert werden kann, und das

akustische Schnellefeld, das ein kompressibles Potentialfeld ist, Geschwindigkeiten von ähnlicher Größenordnung, wodurch diese beiden Komponenten koppeln. Zur Simulation der Tonerzeugung bei Flöten mit Hilfe von CFD müssen die verwendeten Algorithmen in der Lage sein 1) das Strömungsfeld des Luftstrahls mit Geschwindigkeiten, die klein sind im Vergleich zur Schallgeschwindigkeit, 2) die Schallausbreitung und 3) die Erzeugung von Schall durch Wirbel-Schall-Wechselwirkung zu beschreiben. In diesem Vortrag werden zwei grundsätzlich unterschiedliche Simulationsalgorithmen miteinander verglichen: Die Lattice-Boltzmann-Methode (LBM), die als Diskretisierung der Boltzmanngleichung im fluiddynmischen Limit die kompressible Navier-Stokes-Gleichungen für niedrige Machzahlen simuliert, und die Large-Eddy-Simulation (LES), die auf einer Filterung der Navier-Stokes-Gleichungen beruht. Nach einem allgemeinen Vergleich der hydrodynamischen und akustischen Eigenschaften beider Algorithmen werden Ergebnisse der Simulation von block- und querflötenähnlichen Geometrien, wie zum Beispiel Geschwindigkeits- und Druckfeld gegenübergestellt. Schwächen und Stärken der beiden Methoden werden im Anschluß diskutiert.

Do. 14:25 PK 3.3Physik der Musikinstrumente

Wandschwingungen von Metallblasinstrumenten

G. Ziegenhals

Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota

Die Wand (der Korpus) der Metallblasinstrumente wird beim Spielen über die im Inneren schwingende Luftsäule zu eigenen Schwingungen angeregt. Die beschriebenen Forschungsarbeiten führten zu dem Ergebnis, dass für das Aufrechterhalten der unter normalen Spielbedingungen festgestellten Betriebsschwingungen der Korpora zwischen 1% und im Extremfall 20% der Leistung benötigt wird, die im abgestrahlten Schall steckt. Diese Leistung geht entweder dem Ton verloren oder muss vom Spieler zusätzlich aufgebracht werden. Es ist eine Größenordnung, die vom Spieler über den Tastsinn wahrgenommen wird, im abgestrahlten Schall aber nicht eindeutig hörbar ist, da die Pegeländerungen $< 0,5\text{dB}$ ausfallen. Man kann diese Verlustleistung durch Minimierung der Schwingwege vermindern. Dies realisieren offensichtlich steifer gebaute Instrumente, die aber nur von einem Teil der Musiker bevorzugt werden. Es ist wahrscheinlich,

dass der Musiker als Reaktion auf unterschiedliche Energieaufnahme der Wand seinen Ansatz und damit die Klangfarbe des Instrumentes verändert, also ein indirekter Wandeinfluss auf den Klang vorliegt.

Do. 14:50 PK 3.3

Physik der Musikinstrumente

Erfassung von ansatzrelevanten Parametern bei Trompetern

C. Huber

Inst. für Wiener Klangstil an der Univ. für Musik, Wien

Ausdauer, Tonumfang und Treffsicherheit charakterisieren wichtige Leistungsmerkmale von Trompetern. Üblicherweise werden diese Eigenschaften unter dem vagen Sammelbegriff "Ansatz" subsumiert. Wichtige Ansatzfaktoren sind die Atmung sowie das schwingende System der Lippen mit deren umgebenden Muskelpartien. Ziel dieser Arbeit ist ein besseres Verständnis der physikalischen Grundlagen dessen, was Blechbläser als Ansatz bezeichnen.

Signifikante individuelle Unterschiede in Kenngrößen wie z.B. Ausdauer, Tonumfang, aber auch Klangqualität, werden meist auf den Ansatz zurückgeführt. Beim Studium von Blechblasinstrumenten wird der Vermittlung eines guten Ansatzes daher große Bedeutung beigemessen. Wichtige Faktoren in diesem Zusammenhang scheinen weniger eine besonders ausgeprägte Muskelkraft oder außergewöhnliches Talent, als viel mehr bestimmte erlernbare Atemtechniken sowie gute Kontrolle von Mundstellung, Lippenmuskulatur und Körperhaltung zu sein.

Spitzenmusiker zeichnen sich durch - wie sie es selbst oft bezeichnen - höhere "Effizienz" aus, das heißt, sie können eine vorgegebene Tonhöhe und Dynamikstufe mit geringerer körperlicher Anstrengung erreichen als weniger geübte. Um diese Unterschiede quantifizieren und damit objektivieren zu können, werden Ansatzparameter wie z.B. Lungendruck, Luftdurchsatz usw. den erzeugten Schallpegeln, Tonhöhen und Klangmerkmalen gegenübergestellt. Messungen an Trompetern verschiedener Leistungsstufen scheinen zu belegen, dass geübte Musiker unter sonst gleichen Voraussetzungen mit weniger Lungendruck auskommen, bzw. mit demselben Druck weit höher und/oder lauter spielen können, als weniger geübte.

Do. 15:15 PK 3.3

Musikalische Akustik

Verbal Description of Organ Principal 8' SoundJ. Stepanek, Z. Otcenasek und V. Syrový*Academy of Performing Arts in Prague*

The sound recordings of twelve pipe organs from four European countries (six Baroque, two Romantic and four contemporary) were subjectively evaluated. Two listening tests with sounds of tones C2, C3, C4, C5 and C6 of Principal 8' were provided. In the first test (dissimilarity in timbre in pairs of sounds) the spontaneously expressed verbal attributes describing the organ sound were collected. Twelve listeners (nine organ players, three organ builders) took part in the test. In the second listening test only the most contrasting pairs in timbre were selected and judged by the group of eight organ builders. The listeners ranked spontaneously expressed verbal attributes into four prescribed categories according to their meaning describing pipe scaling, pipe voicing, prominent or insufficient partials, and timbre. Common frequency vocabularies from both tests together with the vocabularies of expressions used in individual pitches are created and compared. Category vocabularies are also created and discussed.

Do. 15:40 PK 3.3

Musikalische Akustik

Synchronisation gekoppelter OrgelpfeifenS. Bergweiler und M. Abel*UP Transfer GmbH an der Universität Potsdam*

Die Generierung von Luftschall durch eine Orgelpfeife basiert auf der Kopplung einer Luftströmung mit einem Rohrresonator. Im Falle gedackter Pfeifen, welche am oberen Ende geschlossen sind, entfällt die Schallabstrahlung über die Pfeifenmündung und der Schall sowie eine turbulente Luftströmung treten nur am Labium aus. Untersucht wurde die Interaktion zweier solcher Pfeifen, die zum einen räumlich direkt nebeneinander positioniert sind und zum anderen auch in ihrer Grundfrequenz nur wenig differieren. Unterschreitet die Verstimmung (die Frequenzdifferenz beider Pfeifen) einen Wert von rund 2 Hz kommt es zum so genannten Mitnahmeeffekt: einer Synchronisation der Grundfrequenz (und aller Harmonischen) beider Pfeifen. Innerhalb des schmalen Frequenzbandes der Synchronisation führt

die mit der Verstimmung variierende Phasenlage beider Pfeifensignale zu einer Veränderung des Pegels vom Grundton und von den harmonischen Teiltönen. Zum untersuchten Phänomen werden umfangreiche Messungen präsentiert und ein Modellansatz vorgestellt.

Do. 16:05 PK 3.3

Musikalische Akustik

Musterklassifizierung von Tonfolgen in Anwendung auf das Talasystem der hindustanischen Musik

G. Rosner

Institut für Psychologie, Universität Wien

Das vorliegende Modell beabsichtigt, mittels einer von Derler stammenden Grundkonzeption einer Klassifizierung von musikalischen Strukturen, eine Klassifizierungsmethodik für Symbolfolgen aufzuzeigen und diese auf das Rhythmussystem der hindustanischen Musik anzuwenden. Die Anfänge des Derlerschen Forschungsansatzes liegen etwa 15 Jahre zurück, mittlerweile konnten erfolgreiche musikalische und interdisziplinäre Anwendungen und Ergebnisse des Derler I Systems bei der Analyse musikalischer (Dauer 1988, 1989, Troussaint 2002, 2003,oe) und physiologischer Zeitreihen (Bettermann 1999, 2000,oe) als lineare Ordnung zweielementiger Strukturen gewonnen werden. Die Vorzüge einer zweidimensionalen Darstellung, Ordnung und Analyse musikalischer Patterns, wie vorliegendes Projekt beabsichtigt, werden u. a. treffend in "Combinatorial Music Theory" (Duncan, Journal of Audio Engineering Society, Vol. 39, 1991: 427-448) beschrieben: "Attempting to pull musical patterns into a second dimension will reveal that these patterns may be thought of as embedded in a ... space with peculiar connectivity". Durch eine quantitative Beschreibung der komplexen indischen Rhythmik wird erstmals ein interkultureller und interdisziplinärer Vergleich mit anderen Systemen nach strengen mathematischen (gruppentheoretischen) Gesetzmäßigkeiten ermöglicht und es werden neue Perspektiven in der systematischen Klassifizierung musikalischer Strukturen aufgezeigt.

Do. 8:30 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Numerische Analyse von Dispersionseigenschaften in Wellrohren

J. Herrmann, M. Maess und L. Gaul

Institut für Angewandte und Experimentelle Mechanik, Uni Stuttgart

In industriellen Anwendungen werden flexible Wellrohre zur Förderung von Flüssigkeiten verwendet, beispielsweise als Kraftstoffzuleitung im Automobilbau. Unter akustischen Gesichtspunkten besitzen diese periodischen Leitungsstrukturen Wellenleitereigenschaften, die mittels einer WaveGuide-FE-Methode bestimmt werden. Hierbei werden FE-Modelle aus Standard-Programmen ausgewertet, um Dispersionsdiagramme zu berechnen. Durch die Annahme periodischen Verhaltens in Ausbreitungsrichtung wird die freie Wellenausbreitung entlang des Wellenleiters als Eigenwertproblem beschrieben. Es ist daher ausreichend, nur ein einzelnes, sich periodisch fortsetzendes Teil des Wellrohres zu betrachten. Rohrwand und Fluid sind dabei über ein Akustik-Struktur-Interface voll gekoppelt. Aussagen über die laterale Form der Wellenmoden sowie über deren Energiedichten und Energieverteilung werden in einer Nachschaltberechnung gewonnen und sind von praktischer Bedeutung.

Do. 8:55 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Finite Element Methods for the Analysis of Smart Vibro-Acoustic Systems

J. Lefèvre und U. Gabbert

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Over the last few years a lot of scientific work has been done in the field of piezoelectric smart structures. The objective of such active control concepts is to reduce the structural vibrations as well as the radiated sound. Therefore, thin piezoelectric wafers are used as distributed actuators and sensors. An effective engineering design process requires a virtual overall model containing the main functional parts of the system. These are the passive thin-walled structure, the piezoelectric elements, the acoustic fluid (interior and exterior domains), the modelling of the vibro-acoustic coupling and also the controller influence. The paper presents such a numerical overall model, completely based on

the finite element method (FEM). Furthermore, model reduction techniques for controller design purposes are taken into consideration. As a test example the behaviour of a smart vibro-acoustic box is presented, which demonstrate the performance of the developed software approach. Finally, optimization methods for the actuator/sensor placement are discussed.

Do. 9:20 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Ein 3D-Modell zu Berechnung der Ausbreitung von Erschütterungen in Bodenschichten

H. Waubke, W. Kreuzer und P. Balazs

Österreichische Akademie der Wissenschaften

Modelle, mit deren Hilfe die Ausbreitung von Erschütterungen in Böden untersucht werden können, werden durch den vermehrten Aus- und Neubau von (Hochleistungs-)Bahnstrecken in der unmittelbaren Nähe von Wohngebieten immer wichtiger. Ein Problem, das sich bei der Konstruktion solcher Modelle ergibt, ist die Tatsache, dass Materialparameter für Bodenschichten nur sehr schwer bestimmt werden können. Es wurde ein Modell basierend auf Fourier-transformierten finiten Elementen entwickelt, mit dem es möglich ist, stochastische Materialparameter zu verwenden, und mit dessen Hilfe, die Ausbreitung von Vibrationen in verschiedenen Bodenschichten simuliert werden kann. Zusätzlich ist es möglich, in diesem Modell auch bewegte Lasten zu verwenden, womit Erschütterungen, die durch Züge oder schwere Lastwägen ausgelöst werden, zu simulieren.

Do. 9:45 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Effiziente Implementierung eines stochastischen Modells zur Berechnung von Erschütterungen in Böden und Fluiden

W. Kreuzer, H. Waubke und P. Balazs

Österreichische Akademie der Wissenschaften

Bei der Berechnung der Ausbreitung von Wellen in Böden und Fluiden ist es bedingt durch die Tatsache, dass Materialparameter für Bodenschichten sehr schwer zu bestimmen sind, notwendig, stochastische Modelle zu verwenden. Der grosse Nachteil eines dieser Modelle ist die hohe Dimension der Gleichungssysteme, die im Zuge der Berechnung gelöst werden müssen. Um

dieses System dennoch effizient lösen zu können, wird eine Strategie verwendet, die das System in deterministische und stochastische Komponenten zerlegt, und mit Hilfe einer Iteration eine effiziente Lösung ermöglicht.

Do. 10:10 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Fallstudie zum Einfluß örtlich variiertter Plattendicke auf das Schwingungsverhalten

J. Dankar, S. Marburg und H.-J. Hardtke

TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Parameter technischer Strukturen unterliegen immer gewissen Unsicherheiten. Diese Unsicherheiten wirken sich in unterschiedlichem Maße auf das Schwingungsverhalten aus, also zum Beispiel auf Eigenfrequenzen oder auf die abgestrahlte Schallleistung. In diesem Beitrag wird untersucht, inwiefern sich eine lokal variable Plattendicke das Schwingungsverhalten auswirkt. Dazu werden Algorithmen der probabilistischen (z.B. Monte-Carlo-Simulation) und der possibilistischen (z.B. Fuzzy FEM) mit einer kompletten Analyse des Designraumes verglichen. Als Modell dient eine Rechteckplatte, für die die Dicke an neun Punkten vorgegeben ist. Zwischen diesen neun Punkten wird sie durch eine kontinuierliche Funktion interpoliert.

Do. 14:00 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Analytische Strukturmodellierung bei der Berechnung des Schalldurchgangs in einem Sandwichverbund mittels der SEA-Methode

D. Redmann und A. Peiffer

EADS Deutschland GmbH

Sandwichstrukturen gewinnen aufgrund ihres niedrigen spezifischen Gewichts bezogen auf die Biegesteifigkeit des Materials immer mehr an Bedeutung im Bereich der Luft- und Raumfahrtanwendungen. Für eine akustische Bewertung dieser Strukturen ist die Berechnung des Schalldämm-Maßes bezogen auf Diffusfeldanregung sehr gut geeignet. Zu diesem Zweck wurde eine Methode zur Bestimmung der Eigenmoden einer einfach eingespannten, dreischichtigen, anisotropen und unsymmetrischen Struktur entwickelt. Das Verfahren basiert auf der Auswertung

der Energiebilanz nach dem Hamilton-Prinzip und enthält lediglich analytische Ausdrücke zur Beschreibung des Systems. Dies ermöglicht eine schnelle Bestimmung der Eigenmodfrequenzen frei von numerischen Ungenauigkeiten. Die vorgestellte Methode gestattet es weiterhin, in Abhängigkeit der Frequenz den modalen Abstrahlgrad der Struktur zu ermitteln, so dass diese Methode auch für die Bestimmung des Transmission Loss eingesetzt werden kann. Das Verfahren stellt dabei alle relevanten Parameter, wie Abstrahlgrad, Wellenzahl und Modendichte, für SEA-Berechnungen zur Verfügung. Die Methode wurde anhand von FEM-Berechnungen verifiziert und lieferte sehr gute Übereinstimmung mit experimentellen Messwerten.

Do. 14:25 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Numerische Simulation der Schallausbreitung und Kavitation in der Ultraschallreinigung

N. Bretz, J. Strobel, M. Kaltenbacher und R. Lerch

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

In der Ultraschallreinigung wird der hauptsächliche Reinigungseffekt der auftretenden Kavitation zugesprochen. Die sorgfältige Auslegung von Ultraschallreinigungsanlagen erfordert daher neben der Berücksichtigung der Kavitationszonen auch die des erzeugenden Schallfeldes und ihrer gegenseitigen Wechselwirkung. Die numerische Simulation dient dabei der Förderung des Verständnisses der ablaufenden Vorgänge und der Unterstützung und Optimierung des Designprozesses von Ultraschallreinigungssystemen.

Das verwendete Simulationsmodell zur Berechnung der Ultraschallwellenausbreitung in kavitierenden Medien basiert auf einem Zwei-Phasen Kontinuumsansatz für Blasen-Flüssigkeits-Gemische. Es enthält eine indirekte Kopplung von Schallausbreitung und Blasendynamik über den Wechseldruck und den Radius der Kavitationsblasen. Die numerische Analyse erfolgte auf der Basis eines eigenentwickelten Finite-Elemente-Codes.

Es werden Simulationsergebnisse vorgestellt und mit experimentellen Daten verglichen. Der Einfluss der Geometrie und der Position des zu reinigenden Bauteils auf das Schallfeld und die Kavitation werden untersucht und die Korrelation von simulierter Kavitationsaktivität und Reinigungsversuchen wird diskutiert. Untersuchungen an einem beschichteten Metallzylinder zeigen, dass

die Reinigung an Stellen auftritt, an denen die Simulation ein Kollapsverhalten zeigt.

Do. 14:50 PK 4.1 Numerische Methoden in der Akustik II

Finite Elemente Simulation der Erwärmung durch Ultraschall

L. Bahr, M. Kaltenbacher und R. Lerch

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

Die Erwärmung durch Ultraschall bildet bei einigen Verfahren in der Medizintechnik, wie der Ultraschall-Thermotherapie und Focused Ultrasonic Surgery, den bestimmenden Wirkmechanismus. Bei bildgebenden Ultraschallsystemen muss hingegen sichergestellt werden, dass in Normen fest gelegte Grenzwerte der Temperatur von dem Wärmeeintrag durch Ultraschall nicht überschritten werden. Die genaue Kenntnis der räumlichen Temperaturverteilung resultierend aus der Beschallung hat für den Betrieb somit größte Bedeutung. Für eine Unterstützung und Optimierung der Geräteentwicklung stellen wir ein Verfahren basierend auf der Finiten Elemente Methode im Zeitbereich vor, das ausgehend vom Geschwindigkeitsprofil des Ultraschallwandlers Schallfeld und Temperaturverteilung berechnet. Als Rechengröße für das Schallfeld verwenden wir das Geschwindigkeitspotential, wobei durch einfache zeitliche und räumliche Ableitung Schalldruck und Schallschnelle und damit die Schallintensität berechnet werden kann. Hierfür muss die Schalldämpfung in Gewebe bestmöglich behandelt werden. Wir wenden einen Frequenzpotenzgesetzansatz an, die auftretende Dispersion wird mit den Kramers-Kronig-Beziehungen behandelt. Schließlich geht die absorbierte Schallenergie als Quellterm in die Wärmeleitungsgleichung ein. Hervorzuheben ist die Anwendung des Frequenzpotenzgesetzansatz für die Dämpfung im Zeitbereich, der es uns erlaubt transiente Simulationen durchzuführen. Implementiert wurde die Dämpfung mittels numerischer Approximation der fraktionalen Ableitung. Die vorgestellten Simulationen werden mit Messungen an Gewebeersatzstoffen verglichen.

Do. 15:40 PK 4.1

Verbrennungslärm

Berechnung der Schallabstrahlung von Flammen mit DiskretisierungsmethodenH. Brick^{a,b}, R. Piscoya^{a,b}, M. Ochmann^b und P. Költzsch^a^a *Technische Universität Dresden;* ^b *TFH Berlin - University of Applied Sciences*

Innerhalb der DFG-Forschergruppe 'Verbrennungslärm' werden Methoden entwickelt, um die Schallabstrahlung von offenen und geschlossenen Flammen numerisch und experimentell zu bestimmen. Für die numerische Simulation der Schallabstrahlung wurde bisher die Kopplung von einer inkompressiblen Large Eddy Simulation (LES) mit der Boundary Element Method (BEM), der Ersatzstrahlermethode (ESM) sowie den Akustischen Störungsgleichungen (APE, AIA RWTH Aachen) für freibrennende Flammen untersucht. Im Vortrag werden diese Ansätze verglichen und die Ergebnisse bezüglich der abgestrahlten Schallleistung turbulenter Jet-Flammen mit LES/BEM-, LES/ESM- sowie einer LES/APE/ESM-Kopplung präsentiert. Dabei werden die Simulationsergebnisse den gemessenen Schallleistungsspektren gegenübergestellt. Bisher wurden zwei Flammenkonfigurationen mit den vorgestellten Methoden untersucht. Für eine Konfiguration wird eine gute Übereinstimmung von Berechnung und Messung erreicht, bei der zweiten Konfiguration treten starke Abweichungen auf. Die Ursachen für die Abweichungen und mögliche Lösungsstrategien werden diskutiert. Abschließend werden erste Ansätze zur Berechnung der Schallabstrahlung von eingehausten Flammen mit den o. g. gekoppelten Methoden vorgestellt.

Do. 16:05 PK 4.1

Verbrennungslärm

LES-Simulation einer DrallflammeP. Habisreuther*Universität Karlsruhe, Engler-Bunte-Institut, Verbrennungstechnik*

Do. 8:30 PK 4.3

Schalldämpfer

Schalldämpfer für NiedrigenergiehäuserU. Ackermann*Fachhochschule Südwestfalen (Fh-Swf)*

Niedrigenergiehäuser und wärmetechnisch sanierte Altbauten müssen zwangsbe- und entlüftet werden, um Schimmelbildung zu vermeiden. Da die Lüftungskanäle alle Räume miteinander verbinden, ist in jedem Raum zu hören, was in den anderen geschieht. Um diese sog. Telefonie zu unterdrücken, müssen in die Kanäle Schalldämpfer eingebaut werden, die besonders im Sprachfrequenzbereich gut wirken. In Zusammenarbeit mit dem Anwender und dem Hersteller wurden Kulissenschalldämpfer aus verhautetem Kunststoff strömungsmechanisch und akustisch optimiert. Ein geringer Druckverlust ist erforderlich, um den zusätzlichen Energieverbrauch durch die Schalldämpfer nicht deutlich ansteigen zu lassen.

Do. 8:55 PK 4.3

Schalldämpfer

Mikroperforierter Absorber als SchalldämpferP. Brandstätter, K. Bay und M. Krämer*Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

Absorber mit Mikroperforation haben sich in der Raumakustik durchgesetzt. Ihr Einsatz als Schalldämpfer ist auch für Heizungs- und Lüftungsanlagen möglich, erfordert aber eine angepasste Berechnung aufgrund des streifenden Schalleinfalls in Rohren und Kanälen. Der Beitrag geht auf das Wirkprinzip ein und stellt Berechnungsverfahren mit Ergebnissen für die Dämpfung vor. Vergleiche mit Messungen an Muster-Schalldämpfern zeigen die realisierbare Dämpfung und geben Hinweise zum praktischen Einsatz.

Do. 9:20 PK 4.3

Schalldämpfer

Modellierung aktiver KompaktschalldämpferK. Bay, P. Brandstätter und M. Krämer*Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

Brennergeräusche von Heizungsanlagen erzeugen breitbandige Schallspektren in der Abgasleitung, die im Bereich unter 500

Hz die höchsten Pegel aufweisen. Zur Einhaltung von Immissionsrichtwerten bedarf es gerade dort hoher Dämpfungen. Hierzu wird ein Kompaktschalldämpfer als Kombination aus aktiver und passiver Komponente vorgestellt. Durch eine erweiterte Regelung kann der Frequenzbereich maximaler Dämpfung der aktiven Komponente über 2 Oktaven auf die Anforderung abgestimmt werden. Aufbau und Wirkungsprinzip werden anhand von Modellrechnungen und Messungen diskutiert. Schrittweise wird die Kombination aus passiver und aktiver Komponente nach dem Wellenleitermodell entwickelt und mit Messungen verglichen. Hinweise für den praktischen Einsatz werden abgeleitet.

Do. 9:45 PK 4.3

Schalldämpfer

Messung der Kanaldämpfung von Schalldämpfern in einem erweiterten Kundt'schen Rohr mit Hilfe des Übertragungsmatrixverfahrens

T. Geyer^a, J. Hübelt^a und E. Kühnicke^b

^a*Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH;* ^b*Technische Universität Dresden, Institut für Akustik*

Das im Vortrag vorgestellte Messverfahren in einem erweiterten Kundt'schen Rohr basiert auf der Bestimmung der komplexen Wellenzahl in axialer Richtung des zu prüfenden Schalldämpfers. Dazu werden vier Mikrofone verwendet, je zwei Mikrofone befinden sich vor dem Messgegenstand und zwei dahinter. Damit ist die in den Schalldämpfer eintretende sowie die austretende bzw. transmittierte Schallleistung messbar. Aus der auf diese Art gemessenen komplexen Größe kann die Kanaldämpfung des untersuchten Schalldämpfers bestimmt werden. Dieses Verfahren ermöglicht die Messung von Absorptionsschalldämpfern aller gebräuchlichen Geometrien, wie den Schlitzkanal, den Rechteckkanal oder den Kreiskanal, aber auch von Reflexionsschalldämpfern. Die Ergebnisse dieser Messungen werden verglichen mit herkömmlichen Verfahren zur Messung des Einfügungsdämpfungsmaßes sowie des Durchgangsdämpfungsmaßes in einem Messkanal mit reflexionsarmem Abschluss entsprechend DIN EN ISO 7235.

Do. 10:10 PK 4.3

Schalldämpfer

Über die Vorhersage der Kanaldämpfung von Absorptionsschalldämpfern beliebiger Kanalquerschnittsform anhand von im Impedanzrohr gemessenen AbsorberkennwertenJ. Hübelt^a, T. Geyer^a und E. Sarradj^b^a*Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH*; ^b*Brandenburgische Technische Universität Cottbus*

Offenporige Strukturen werden sehr vielseitig zur Absorption von Luftschall, z.B. in Schalldämpfern, eingesetzt. Zur Vorhersage der akustischen Eigenschaften dieser Strukturen existiert eine Vielzahl von Absorbermodellen. Diese Modelle benötigen als Eingabewerte Parameter, wie z.B. die Porosität oder den Strömungswiderstand und erlauben die Berechnung von Absorberkennwertpaaren, wie z.B. die komplexwertigen Größen, charakteristische Impedanz und Wellenzahl. Mit Hilfe des Übertragungsmatrixverfahrens ist es möglich, dieses Kennwertpaar messtechnisch zu bestimmen. Dazu wird ein offenporiger Probekörper in einem Rohr angeordnet. Die Messung des frequenzabhängigen Kennwertpaares erfolgt dann mit Hilfe von vier Mikrofonen, zwei vor und zwei hinter der Probe. Im Vortrag wird anhand der ermittelten Absorberkennwerte die Kanaldämpfung eines mit dem untersuchten offenporigen Werkstoff ausgekleideten Absorptionsschalldämpfers vorhergesagt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden anschließend Messergebnissen zur Kanaldämpfung des betrachteten Schalldämpfers gegenübergestellt.

Do. 14:00 PK 4.3

Schallausbreitung

Einfluss der Segmentierung des Terrains bei der Berechnung des Bodeneffekts unter Verwendung des FresnelzonenkonzeptsJ. Hofmann*Empa Materials Science and Technology*

Die Lösung des Schallfeldes einer Punktquelle über ebenem homogenem Terrain kann als Ausgangspunkt zur Berechnung des Bodeneffekts eines segmentierten, stückweise ebenen Terrains verwendet werden. Dazu werden in einem ersten Schritt durch jedes Terrain-Segment eine Ebene gelegt und die Reflexionen an diesen Ebenen unabhängig voneinander bestimmt. Mit einem

von Hothersall und Harriot vorgestellten Fresnelzonenkonzept kann danach die Bodenreflexion am segmentierten Terrain als gewichtete Summe der berechneten Einzelreflexionen berechnet werden. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Wahl der Segmentierung einen relevanten Einfluss auf den berechneten Bodeneffekt haben kann. Besonders deutlich tritt dieses Phänomen auf, wenn in ein ebenes homogenes Terrain nach einer Segmentierung marginale Unebenheiten eingebracht werden. Dabei gilt nicht generell, dass eine Verfeinerung der Segmentierung zu einer besseren Berechnung des Bodeneffekts führt. In diesem Beitrag werden der Einfluss der Segmentierung diskutiert und Strategien für den praktischen Einsatz vorgestellt.

Do. 14:25 PK 4.3

Schallausbreitung

Aspekte eines technischen Schallausbreitungsmodells für große Entfernungen

K.-W. Hirsch

Institut für Lärmschutz

Die DIN ISO 9613 definiert ein technisches Schallausbreitungsmodell, das für Langzeitprognosen unter günstigen Schallausbreitungsbedingungen und bodennahen Quellen für Entfernungen deutlich unter 1000 m zuverlässige Immissionspegel liefert. Dabei nimmt die Zuverlässigkeit bei Entfernungen in der Nähe der Gültigkeitsgrenze deutlich ab. Für Prognosen, die einerseits deutlich über 1000 m hinausgehen und die andererseits für eine bestimmte Wettersituation gelten sollen, reicht dieses Verfahren nicht aus.

Physikalisch-akustische Verfahren, die die oben skizzierten Beschränkungen überwinden, können sich zur Zeit noch nicht in der Praxis durchsetzen, einerseits weil sie wegen ihrer Komplexität nicht standardisierbar sind und nicht so dokumentiert werden können, dass man ihre Ergebnisse auch im Sinne der Qualitätssicherung nachvollziehen kann. Andererseits erscheint der durch sie erreichbare Fortschritt an Zuverlässigkeit im Nahbereich nicht ausreichend hoch zu sein, um den Aufwand zu rechtfertigen. Jedenfalls aber führen sie zu Rechenzeiten, die für viele Lärmprognoserechnungen inakzeptabel lang sind.

Der Beitrag stellt eine Erweiterung des Ausbreitungsmodells der DIN ISO 9613 vor, das zumindest ansatzweise sowohl die Entfernungsbeschränkung als auch die Beschränkung auf günstige

Schallausbreitungsbedingungen überwindet und dabei letztlich das Konzept der DIN ISO 9613 durch Einführung von kreisförmig gekrümmten Strahlen (nach ISO 1996) und einer tatsächlichen Bodenabsorption fortschreibt. Das Modell bleibt praxistauglich und kompatibel zur DIN ISO 9613.

Do. 14:50 PK 4.3

Schallausbreitung

Schallausbreitung in Eisenbahneinschnitten

K. Heutschi

Empa Materials Science and Technology, Laboratory of Acoustics

Eisenbahntrassees verlaufen in strukturiertem oder coupiertem Gelände oft in Einschnitten. Solche Einschnitte werden durch beidseitig der Geleise verlaufende Böschungen gebildet. Akustisch besonders relevant sind die Fälle mit schallharten, steilen Stützmauern. Dabei können sich Mehrfachreflexionen zwischen Stützmauer und Wagenkasten ausbilden, die schliesslich einen nennenswerten Immissionsanteil an einem Empfangspunkt ausmachen können. Solche Mehrfachreflexionen können auch bei einseitigen Stützmauern entstehen.

Die sich in Eisenbahneinschnitten ausbildenden Schallfelder wurden für verschiedene Geometrien mittels Massstabsmodellen und numerischen wellentheoretischen Simulationen in zwei Dimensionen untersucht. Es werden Resultate in Form von Immissionspegeln für Empfängerpunkte im Einzugsbereich der Einschnitte präsentiert. Im Vergleich der Modell- und Simulationsergebnisse wird die Bedeutung der der Simulation inhärenten Annahme einer kohärenten Linienquelle diskutiert. Die Gegenüberstellung der Ergebnisse für vollständig reflektierende und stark absorbierende Wände erlaubt die Abschätzung der pegelreduzierenden Wirkung einer Absorptionsmassnahme. Schliesslich wird ein empirisches Rechenverfahren vorgestellt, das die Wirkung der Reflexionen in realen Eisenbahneinschnitten abbildet.

Do. 15:15 PK 4.3

Schallausbreitung

Zur Schallausbreitung höherliegender QuellenD. Piorr*Landesumweltamt NRW*

Das Prognosemodell zur Schallausbreitung im Freien, die DIN ISO 9613-2, sowie die bisherigen Arbeitsentwürfe zur Ermittlung von Geräuschimmissionen, die ISO/DIS 1996-2, wurden für bodennahe Quellen entwickelt und erprobt. Das Wissen über die Schallausbreitung höherliegender Quellen (z.B. Windenergieanlagen), deren Schallabstrahlung nicht nur in der bodennahen Prandtl-Schicht, sondern auch in der Ekman-Schicht erfolgt, ist zur Zeit unzureichend. Das Land NRW hat deshalb die Schallausbreitung höherliegender Quellen in Abhängigkeit von meteorologischen Einflussgrößen mittels eines Ray-Tracing-Verfahrens berechnen lassen. (siehe A. Ziemann und K. Balogh: 'Einfluss des variablen Atmosphärenzustands auf die Schallausbreitung höher liegender Quellen'). Diesen Berechnungen wurden reale Messwerte zur Höhenabhängigkeit der Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Temperatur zugrunde gelegt. Die Ergebnisse dieser Ausbreitungsrechnungen werden im Vortrag mit Ausbreitungsrechnungen nach der DIN ISO 9613-2 verglichen. Außerdem wird aufgezeigt, mit welchen Schwankungen des Abgewerten Schalldruckpegels in Abständen von bis zu 2000 m von einer hochliegenden Quelle allein aufgrund der meteorologischer Einflüsse zu rechnen ist. Auf dieser Datenbasis werden Empfehlungen zur Ermittlung des maßgeblichen Wertes des Beurteilungspegels gegeben.

Do. 15:40 PK 4.3

Schallausbreitung

Einfluss des variablen Atmosphärenzustands auf die Schallausbreitung von höher liegenden SchallquellenA. Ziemann und K. Balogh*Universität Leipzig, Institut für Meteorologie*

Die Schallausbreitungsrechnungen für die Gewährleistung eines umweltverträglichen Betriebs von Windenergieanlagen werden nach der DIN ISO 9613-2 vorgenommen, deren Anwendbarkeit jedoch nur für eine bodennahe Schallausbreitung gesichert ist. Es stellt sich daher die Frage, welchen Einfluss die in der atmosphärischen Grenzschicht unterschiedlichen Höhenabhängigkeiten von Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Temperatur auf

die Schallausbreitung und damit auf die Schallimmission hochliegender Quellen haben. Im Rahmen einer Studie wird deshalb die Schallausbreitung von höher gelegenen Schallquellen untersucht und die Schallimmission in einem Bereich bis zu 2 km Entfernung von der Schallquelle quantifiziert. Dazu wird das Schallstrahlenmodell SMART (Sound propagation model of the atmosphere using ray-tracing) angewendet, welches eine frequenzabhängige Zusatzdämpfung unter Beachtung der gekoppelten Wirkung von Atmosphären- und Bodeneinfluss berechnet. Einerseits sollen die Untersuchungen das Schallklima an einem für das deutsche Tiefland repräsentativen Ort beschreiben. Zu diesem Zweck wurden für Modellsimulationen Temperatur- und Winddaten des Jahres 2003 genutzt, die am Meteorologischen Observatorium Lindenberg an meteorologischen Messmasten und mit akustischen Fernmessverfahren SODAR/RASS um 0 UTC bzw. 12 UTC bestimmt wurden. Andererseits wurden mit einer großen Anzahl synthetischer Eingangsprofile, welche den Wertebereich meteorologischer Größen abdecken, Sensitivitätsstudien bezüglich einer unterschiedlichen Höhe der Schallquelle durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden auf der DAGA 2006 vorgestellt.

Do. 16:05 PK 4.3

Schallausbreitung

Untersuchungen zur Schallausbreitung mittels eines Hundekunstkopfes

K.-H. Frommolt, B. Eitner und S. Luchterhand

Humboldt-Universität zu Berlin

Die Vertreter der Familie der Hundeartigen (Wölfe, Füchse, Schakale) nutzen akustische Signale zur Kommunikation über große Distanzen. Durch die Nähe von Schallquelle (Maul) und Schallempfänger (Ohren) zum Boden wird die Schallausbreitung maßgeblich durch Bodeneffekte beeinträchtigt. Wir untersuchten die Schallausbreitung im natürlichen Habitat mit Hilfe eines Hundekunstkopfes in für die akustische Kommunikation relevanten Höhen über dem Boden. Der Kunstkopf war eine detailgetreue Nachbildung der anatomischen Strukturen von Kopf und Außenohr eines Deutschen Schäferhundes. In Trommelfellposition waren Miniaturelektretmikrofone eingesetzt. Der Hundekunstkopf bewirkte eine Verstärkung von bis zu 30 dB im für die akustische Kommunikation relevanten Bereich von 1 bis 4 kHz und

wies eine ausgeprägte Richtcharakteristik auf. Wir konnten zeigen, dass selbst in Bodennähe artspezifische akustische Signale über mehrere hundert Meter deutlich wahrgenommen werden können und eine Kommunikation über große Distanzen nicht nur unter günstigen mikroklimatischen Bedingungen möglich ist.

Do. 8:30 PK 4.4

Lärm II

Occupational Noise in Urban Buses, a case study in Curitiba, Brazil

P.H.T. Zannin

Federal University of Parana, Brazil

Working conditions of bus drivers with respect to noise emission levels have been evaluated inside 60 urban buses from the city of Curitiba, Brazil. Buses evaluated were of the following types: 1) Biarticulated (20), 2) Speedbuses (20), and 3) Feeder buses (20). Equivalent sound levels Leq in dB(A) were measured according to ISO 1999. Normalized noise exposure levels $LEX,8h$ were calculated from Leq . Noise exposure levels permitted the evaluation of the quality of the working environment, using the Occupational Health Standard NHO-01 and Standard for Ergonomics NR-17. Noise exposure levels of the drivers was "acceptable", according to NHO-01, in 56 of the buses evaluated, with $LEX,8h < 82$ dB(A). In the 4 remaining buses, three entered the category of demanding the adoption of preventive measures, with $82 < LEX,8h < 84$ dB(A). Only in one bus was $LEX,8h > 85$ dB(A), this one requiring the adoption of preventive and corrective measures, aiming at the reduction of daily exposure levels. On the other hand, when NR-17 is used as the reference, all buses are labeled as uncomfortable, with $LEX,8h > 65$ dB(A). The manufacture year and the location of the engine are two factors that highly contribute to the level of noise reaching the driver. Drivers of buses with a front engine are at higher risk of occupational hearing loss, with measured $LEX, 8 h$ of 85 dB(A), or near this value.

Do. 8:55 PK 4.4

Lärm II

Berücksichtigung der Schallschutzbelaenge im städtebaulichen WettbewerbA. Frahm*ACCON GmbH*

Im Rahmen städtebaulicher Wettbewerbe lassen sich die Kommunen Vorschläge für Nutzung, Gestaltung und Bebauung verfügbarer Areale ausarbeiten. Die Planungen können ganze Stadtteile oder auch konkrete einzelne Bauvorhaben betreffen. Am Wettbewerb nehmen in der Regel Stadtplaner, Architekten und Landschaftsplaner teil. Die Art der Wettbewerbe reicht vom relativ freien Ideenwettbewerb bis zum Realisierungswettbewerb mit entsprechend engen Vorgaben. Wenn der Schallschutz fachlich vertreten ist, so gibt es die Möglichkeit als Sachverständiger bei der Erarbeitung der Wettbewerbsunterlagen, bei der Vorprüfung und beim Preisgericht tätig zu werden oder die am Wettbewerb beteiligten Büros bei ihren Entwürfen zu unterstützen. Am Beispiel eines in München am Rande der Lindauer Autobahn durchgeführten Realisierungswettbewerbs werden die Einflussmöglichkeiten und -grenzen einer akustischen Beratung aufgezeigt. Da es für die Durchführung von Wettbewerben noch keine Vorgaben zur angemessenen Berücksichtigung des Schallimmissionsschutzes gibt, stellt sich die Frage, inwieweit hier eine Verbesserung erzielt werden kann. Der Vortrag soll zu einem entsprechenden Meinungsaustausch anregen.

Do. 9:20 PK 4.4

Lärm II

Das kooperative Lärmmanagement: Ein neues Konzept für einen fairen Ausgleich zwischen Betreiber- und AnwohnerinteressenK.-W. Hirsch^a und B. Vogelsang^b^a*Institut für Lärmschutz;* ^b*Niedersächsisches Umweltministerium*

In der Regel findet heute ein "administratives Lärmmanagement" statt. Der Managementprozess besteht aus einem Genehmigungsverfahren auf der Grundlage von den zum Zeitpunkt der Beantragung erkennbaren Betriebszuständen der Gesamtanlage. Die Genehmigung formuliert dann Auflagen nach Maßgabe von Betriebsparametern, deren Einhaltung von Behörden regelmäßig oder stichprobenartig überwacht wird. Dieses Lärmmanagement

ist also ein Verwaltungshandeln, das letztlich nicht den Lärm kontingiert, sondern den Betrieb der Anlage.

Das im Beitrag vorgestellte "kooperative Lärmmanagement" kontingiert dagegen tatsächlich den Lärm in einem für den Betreiber, die Anwohner und die Überwachungsbehörde transparenten, andauernden Verfahren. Der Betreiber plant und steuert den täglichen Betrieb der Anlage so, dass die Lärmkriterien eingehalten werden. Das Verfahren ist kooperativ, weil die Überwachungsbehörde die Entscheidungskriterien, nach denen der Betreiber seine Anlage steuert, festlegt und überwacht und so auch in die Verantwortung für die Einhaltung der Lärmkriterien einbezogen ist.

Dieses Verfahren ist besonders dann vorteilhaft, wenn es beispielsweise nicht möglich ist, die bestimmungsgemäße Betriebsart zu ermitteln, die den höchsten Beurteilungspegel erzeugt, weil der Betrieb der Anlage selbst sich letztlich weder täglich noch in einer längeren Periode wiederholt. Am Beispiel des Schießlärms von Schießplätzen wird das Verfahren beschrieben und entlang einer Sonderfallprüfung in Anlehnung an die TA Lärm begründet.

Do. 9:45 PK 4.4

Lärm II

Variation und Beurteilung tonaler Anteile von Verkehrsgeschäusen

R. Bisping

SASS acoustic research & design GmbH

Dominante tonale Anteile im Spektrum von Verkehrsgeschäusen werden häufig als besonders störend empfunden. Aus diesem Grunde sieht z.B. die akustische Zertifizierung von Flugzeugen auf der Basis des EPNL die spezifische Berücksichtigung tonaler Pegel im Spektrum von Überflugsmessungen vor. Die Beurteilung dieser Komponenten durch den Zuhörer erfolgt keineswegs eindimensional, d.h. nur bezogen auf einen unterschiedlichen Grad von Lästigkeit, sondern weitere Beurteilungskategorien wie z.B. die Lautheit, die Tonhöhe oder den Eindruck der Schallhärte sind ebenfalls von Bedeutung. Um die Rolle tonaler Komponenten von Verkehrsgeschäusen experimentell zu untersuchen, wurden die Originalmessungen von Überflügen und Vorbeifahrten synthetisch nachgebildet und der Pegel ihrer dominanten spektralen Komponenten gegenüber dem Breitbandanteil systematisch variiert. Die gewonnenen experimentellen Ge-

räusche wurden im Labor von einer Probandengruppe mehrdimensional skaliert. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt und durch Präsentation von Geräuschbeispielen veranschaulicht.

Do. 10:10 PK 4.4

Lärm II

Entwicklung und Verifikation eines Lautheits-Thermometers

H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Um breiten Bevölkerungsschichten die Bedeutung von dB(A)-Werten näher zu bringen, werden öfters Pegel-Thermometer verwendet, bei denen dB(A)-Werten typische Geräusche zugeordnet sind. Beispielsweise werden 20 dB(A) durch Blätterrauschen dargestellt, während für 120 dB(A) ein Preßlufthammer steht. Ein Vorteil dieser Pegel-Thermometer liegt in ihrer Anschaulichkeit; als Nachteil ist jedoch festzuhalten, dass - trotz gleichem dB(A)-Wert - verschiedene Geräusche eine sehr unterschiedliche Lautstärke erzeugen können; die Differenzen im zugehörigen Lautheitswert können mehr als den Faktor 3 betragen. Deshalb bietet es sich an, anstelle eines Pegel-Thermometers ein Lautheits-Thermometer zu verwenden. Dies hat den Vorteil, dass durch die lineare Lautheitsskala die Unterschiede in der Geräuschentwicklung durch verschiedene Schallquellen besonders augenfällig veranschaulicht werden. Darüber hinaus können mit dem Lautheits-Thermometer breite Bevölkerungsschichten mit der Maßeinheit 'sone' der Lautheit besser vertraut gemacht werden. Dazu wurden zunächst Personen gebeten (ohne Darbietung von Schallen), aus dem Gedächtnis verschiedene aus dem Alltag bekannte Geräusche auf einem Lautheits-Thermometer anzuordnen. Die von den Personen genannten Geräusche sowie zusätzliche, vom Versuchsleiter ausgewählte Geräusche wurden auf DAT aufgezeichnet. Aus dem resultierenden Geräuschinventar wurde von 13 Versuchspersonen in psychoakustischen Experimenten für 44 Alltagsgeräusche deren Lautheit mittels der Methode der Größenschätzung bestimmt. Das dabei erarbeitete Lautheits-Thermometer wird vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus werden die Beurteilungen mit bzw. ohne Schalldarbietung miteinander verglichen. Schließlich werden die subjektiven Lautheitsskalierungen instrumentellen Messungen der Lautheit durch ein kommerzielles Lautheits-Analyse-System gegenübergestellt.

Do. 14:00 PK 4.4

Lärm II

Kombinierte Berechnung und Beurteilung von Lärm- und Luftschadstoffimmissionen bei Straßen und Industrieanlagen

H.A. Metzen^a und I. Dormuth^b

^a*DataKustik GmbH*; ^b*ACCON GmbH*

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EC sowie die EU-Richtlinien 1999/30/EC und 2000/69/EC zu einzuhaltenden Luftschadstoffkonzentrationen in der Umgebungsluft verpflichten Städte und Kommunen zur Überprüfung und Einhaltung von Grenzwerten zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen. Die hierbei einzuhaltenden Fristen erfordern eine effektive Projektplanung bei der Beschaffung der Ausgangsdaten, der Erstellung des digitalen Stadtmodells und der eigentlichen Berechnung. Eine erhebliche Zeitersparnis kann durch Verwendung des einmal erstellten digitalen Stadtmodells sowohl für die Lärm-, als auch für die Luftschadstoffprognose realisiert werden. Auch bei der Planung von Industrieanlagen erfolgt die Berechnung und Beurteilung sowohl der Lärm-, als auch der Luftschadstoffimmissionen auf Grundlage eines gemeinsamen digitalen Modells. Es werden die Möglichkeiten zur Umsetzung dieses Konzepts anhand von konkreten Planungsbeispielen erläutert. Zudem wird auf die Grundlagen der Modellierung der Luftschadstoffausbreitung unter Verwendung des Modells AUSTAL2000 eingegangen.

Do. 14:25 PK 4.4

Lärm II

Die Wirkungsbezogene Bewertung des Lärms - Konsequenzen der Einzahlbewertung

W. Probst

ACCON GmbH, Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik

Mit der Richtlinie 2002/49/EC zum Umgebungslärm werden von Städten und Gemeinden gewaltige Anstrengungen zur Berechnung, Darstellung und Bewertung der Lärmbelastung gefordert. Ziel aller Bemühungen ist es letztlich, auf der Basis einer wirkungsbezogenen Bewertung eine Aktionsplanung zu entwickeln und diese Belastungen effizient zu mindern. Hierzu ist es erforderlich, die Belastungsgröße für vorgegebene Bereiche zu

summieren und durch einen Einzahlwert auszudrücken. Es wird abgeleitet, welche Konsequenzen die bereits vorgeschlagenen Lärmbelastungen auf die Verkehrsplanung haben. Dabei zeigt sich, dass viele dieser Systeme zu unerwünschten Verkehrsverteilungen führen würden und nur Bestand haben, weil sie eben nicht konsequent angewendet werden. Notwendige Verbesserungen und Rahmenbedingungen werden vorgeschlagen.

Do. 14:50 PK 4.4

Lärm II

Modell zur Abschätzung von Lärmindizes aus Langzeit-Mittelungspegeln

J. Herhold^a und J. Sparmann^b

^a*Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie;* ^b*Technische Universität Dresden*

Mit dem Inkrafttreten der "Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm" (Umgebungslärmrichtlinie) sind neue Kenngrößen zur Kennzeichnung der Geräuschbelastung eingeführt worden. Diese Kenngrößen werden künftig zusätzlich zu den bisher verwendeten Beurteilungsgrößen benutzt. Um Aussagen treffen zu können, wie sich bisherige und zukünftige Kenngrößen zur Geräuschbeurteilung verhalten, wird eine vergleichende Betrachtung für allgemein typische Geräuschsituationen vorgenommen. Die Untersuchung beruht einerseits auf der Grundlage eigener Langzeit-Messungen von unterschiedlichen Umweltgeräuschen als auch auf Auswertungen derartiger Messungen von anderen Autoren. Als Ergebnis wird ein Modell vorgestellt, mit dessen Hilfe für jeweils konkrete Umgebungsgeräuschsituationen die neuen Lärmindizes L_{den} und L_{night} allein auf der Grundlage der bisher für den Tagzeitraum (6-22 Uhr) und für die Nachtzeit (22-06 Uhr) vorliegenden Langzeit-Mittelungspegel sehr gut abgeschätzt werden können.

Do. 15:15 PK 4.4

Lärm II

EMUDA Projekt zur Umsetzung der EU Richtlinie 2002/49/EG - Umgebungslärm - in Bremen

P. Daniel

Brüel & Kjaer GmbH

Die Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (ABl. EG Nr. L 189 S. 12) sieht

bis zum Juli 2007 eine Erfassung von Verkehrs- und Industrielärm in Lärmkarten für folgende Gebiete vor: ·Ballungsgebiete mit mehr als 100.000 Einwohnern ·Hauptverkehrsstraßen mit mehr als 3.000.000 Fahrzeugen/Jahr(ca. 8.000 täglich) ·Hauptschienenwege mit mehr als 30.000 Zügen/Jahr (ca. 85 täglich) ·Zivile Großflughäfen mit mehr als 50.000 Flugbewegungen/Jahr (ca. 135 täglich). Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse sind gegebenenfalls Lärminderungspläne aufzustellen, die Maßnahmen zur Bekämpfung des Umgebungslärms sowie zum Schutz ruhiger Gebiete vorsehen. Im Projekt EMUDA - Entwicklung und Optimierung eines Messkonzeptes zur Umsetzung der Umgebungsrichtlinie zur sicheren Datenerhebung und kontinuierlichen Aktualisierung - führt die Brüel & Kjær GmbH in Zusammenarbeit mit der technologie entwicklungen & dienstleistungen GmbH (ted) ein Projekt zur Umsetzung der Umgebungs-lärmrichtlinie für Bremen durch. Ziel dieses Projektes ist es, über eine längere Zeit großflächige Geräuschimmissionsmessungen an 15 ausgesuchten Standorten im Raum Bremen durchzuführen und die ausschließlich berechneten Lärmkarten mit den Ergebnissen zu vergleichen und zu kalibrieren. Für die Praxis ergeben sich dadurch realistischere Werte für die Beschreibung der Lärmbelastung der Bürger. Darüber hinaus bietet diese Vorgehensweise ein Optimum an Datenzuverlässigkeit und minimiert die Kosten für Datenermittlung und mögliche Lärminderungsmaßnahmen. Im Vortrag wird kurz auf das dabei eingesetzte neue Brüel & Kjær Lärm Management Konzept eingegangen und es werden erste Ergebnisse des Projektes erläutert.

Do. 15:40 PK 4.4

Lärm II

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie und ihre Umsetzung in RLP und im Saarland

K. Giering

FH Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld

Mit der EU-Umgebungslärmrichtlinie und deren Umsetzung in nationales Recht sind klare Vorgaben für die zeitliche und inhaltliche Durchführung der Lärmkartierung getroffen worden. Das Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz und das Ministerium für Umwelt des Saarlandes möchten den Kommunen bei dieser Aufgabe Unterstützung anbieten. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wird an der FH Trier, Standort Umwelt-Campus Birkenfeld, die Lärmkartierung 2007 für RLP

und das Saarland konzeptionell, methodisch und fachlich vorbereitet und unter Zugrundelegung weitestgehend gleichartiger Eingangsdaten bis zum 30.06.2007 durchgeführt. In der 1. Stufe der Kartierung sind weder ein Ballungsraum noch ein Großflughafen zu berücksichtigen. Da die Kartierung der Haupteisenbahnstrecken durch das Eisenbahn-Bundesamt zu leisten ist, kommt auf die Kommunen die Lärmkartierung der Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 6 Millionen Kfz/a zu. Die dafür notwendigen Daten liegen vor (DGM; ALK; Straßenverkehrs- und Einwohnermeldedaten); bei fehlenden Datenattributen (bspw. Gebäudehöhen) werden plausible Modelle zur pauschalen Abschätzung angewendet. Das Vorhaben umfasst die Entwicklung eines GIS-kompatiblen Softwaretools zur Dateneingabe, Weiterbearbeitung, Schallimmissionsberechnung, Ergebnisdarstellung und Ergebnispräsentation zur Information der Öffentlichkeit via Internet. Im einem Leitfaden werden die erforderlichen Arbeitsschritte dokumentiert und die notwendigen Datenstrukturen und Parameter zusammengestellt. Mit den zu entwickelnden Tools kann auch für nachfolgende Kartierungsaufgaben ein effizientes und einheitliches Vorgehen ermöglicht werden.

Do. 16:05 PK 4.4

Lärm II

Außengeräuschsimulation von innerstädtischen Verkehrsmitteln im Rahmen des EU-Forschungsprojektes Quiet City

S. Guidati und S. Roßberg

HEAD acoustics GmbH

In der EU-Lärm-Direktive 2002/49/EC wurden verschiedene Maßnahmen festgelegt mit dem Ziel, die Lärmbelastung in innerstädtischen Räumen zu dokumentieren und gegebenenfalls zu verringern. Bis zum Jahr 2007 sind beispielsweise Kommunen mit mehr als 250 000 Einwohnern aufgefordert, strategische Lärmkarten zu erstellen. Bis 2008 sollen dann konkrete Maßnahmenkataloge vorgelegt werden, wie der Lärm in den Problemgebieten reduziert werden kann. Mögliche Maßnahmen sind dabei Eingriffe in die Verkehrsplanung/-führung, Raumplanung, technische Eingriffe an den Lärmquellen, Auswahl leiserer Quellen, Reduzierung der Lärmausbreitung etc. Ziel des EU-Projektes Quiet City ist es, die Kommunen bei der Umsetzung der Direktive zu unterstützen. Projektpartner sind neben europäischen Kommunen vor allem Forschungseinrichtungen und Firmen, die sich mit

der Charakterisierung, Erfassung und Beeinflussung von Lärmausbreitung sowie mit der Erstellung von Lärmkarten befassen. Die Firma HEAD acoustics hat in der Vergangenheit Verfahren entwickelt, um das Außengeräusch von Pkws zu simulieren [1], [2]. Dabei kann neben dem Gesamtfahrzeuggeräusch auch der Beitrag einzelner Geräuschquellen am Fahrzeug simuliert bzw. auralisiert werden. Damit ist es möglich, die für das Außengeräusch relevanten Quellen zu identifizieren und nach ihrer Bedeutung und damit dem theoretischen Lärmminderungspotential zu gewichten. Im Rahmen von Quiet City werden diese Verfahren auf andere Verkehrsmittel (Transporter, Lastkraftwagen, Busse, Straßenbahnen, Metros etc.) erweitert. In dem Beitrag werden die Ziele und Inhalte von Quiet City sowie erste Ergebnisse von Messungen und Analysen an verschiedenen Verkehrsmitteln präsentiert.

[1] H. Hoffsümmer; K. Genuit; U. Müsch: Auralisation des Vorbeifahrtsgeräusches aus einer Multimikrofonaufnahme im Außengeräuschprüfstand, DAGA-03, paper 1634 [2] R. Sottek, W. Krebber, K. Genuit: Road traffic noise simulation in urban streets, InterNoise 2002, paper N188

Do. 8:30 PK 4.7

Raumakustik: Simulation, Auralis.

Auralisation bei tiefen Frequenzen

I. Bork

PTB Braunschweig

In kleinen Räumen wird das Schallfeld unterhalb der Schröderfrequenz durch die modale Struktur der Raumresonanzen geprägt. Es kann in jedem Punkt und für jede Frequenz auf die additive Überlagerung der Raummoden zurückgeführt werden. Sind die räumlichen Schalldruckverteilungen der Moden, ihre Frequenzen und die zugehörigen Dämpfungen bekannt, ist das Schallfeld überall berechenbar. Für den idealen Rechteckraum sind die Berechnungen vergleichsweise einfach, und es wurde ein Programm erstellt, das die Wirkung der Resonanzen auf die Wiedergabe beliebiger Signale (insbesondere Musik und Sprache) hörbar macht. Die Anwendung auf nicht rechteckförmige Räume erfordert dagegen höheren mathematischen Aufwand (FEM/BEM), schränkt aber die Auralisationsmöglichkeiten nur durch höhere Rechenzeiten etwas ein.

Do. 8:55 PK 4.7

Raumakustik: Simulation, Auralis.

Simulation of Natural Sound SourcesT. Lentz und K. Slenczka*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Many applications as real-time spatial sound rendering for virtual environments or room-acoustical simulations gain in naturalness if the simulated sources are able to rotate or the listener has the opportunity to move or rotate himself. In this case not only the spatial information is required but also the directivity of a sound source needs to be considered for a close to reality reproduction of an acoustical scenario. Especially for natural instruments the directivity determination in the complete sphere is not as easy as for electro-acoustical sources. The excitation variability by a human player eliminates the possibility of sequential measurements of different angles. In this paper the measurements of various instruments are introduced. The influence of averaging the directivity information extracted from different single tones of a scale is analysed and compared to the directivity extracted from a short piece of music. For a simulation of natural instruments a directivity database with an appropriate resolution is required, but due to the limitation of record channels the directivity data obtained is coarsely meshed. To generate information with a higher resolution a graphical 3D interpolation is compared to interpolation by means of multi-pole synthesis.

Do. 9:20 PK 4.7

Raumakustik: Simulation, Auralis.

Echtzeitfähige Raumakustiksimulation gekoppelter Räume - akustisches Portal RenderingD. Schröder*RWTH Aachen, Inst. f. Technische Akustik*

Im Allgemeinen sind raumakustische Simulationsverfahren auf die Verarbeitung eines Einzelraums ausgerichtet und benötigen daher für die Auralisation komplexer virtueller Umgebungen, wie z.B. einem Gebäudekomplex, die ganzheitliche Raumgeometrie. Die hohe Anzahl der zu verarbeitenden Raumprimitive führt zu sehr hohen Simulationszeiten, die die Anforderungen der Echtzeit nicht mehr erfüllen können.

Um die Geometrie einer komplexen virtuellen Umgebung effizienter verarbeiten zu können, bietet es sich an, ein aus

der Computergrafik stammendes Verfahren, das Portal Rendering, für die Raumakustiksimulation zu adaptieren. In einer Preprocessing-Phase wird dabei die zu simulierende Szene in geeignete Unterräume zerlegt, die durch Portale, wie z.B. einer Tür, verbunden sind. Anhand dieser Portale werden nun Empfangsraum-abhängige globale Hörbarkeitsbereiche der entsprechenden Nachbarräume bestimmt, die zur Laufzeit anhand der momentanen Positionen der Klangquelle bzw. des Empfängers noch einmal erheblich eingeschränkt werden können. Für die raumakustische Simulation sind nun nur noch die momentan gültigen, im Vergleich zur Gesamtszenarie sehr kleinen, Hörbarkeitsbereiche relevant, wodurch sich die benötigte Simulationszeit stark reduzieren läßt.

Vorgestellt wird die Implementierung dieses "akustischen" Portal Renderings anhand eines BSP (Binary Space Partitioning)-basierten Spiegelschallquellen(SSQ)-Verfahrens (vorgestellt auf der DAGA '05), die eine echtzeitfähige Raumakustiksimulation komplexer virtueller Umgebungen ermöglicht.

Do. 9:45 PK 4.7

Raumakustik: Simulation, Auralis.

Effect of the Distribution of Mirror-Image Sources on the Acoustic Response of the Simulated Room

N. Korany

Alexandria University, faculty of Engineering

The aim of this study is to find out the most important reflections that may simulate plausibly the acoustic response of rooms. Various distributions of mirror-image sources are presented, and the corresponding acoustical parameters are studied. The results are evaluated subjectively.

Do. 10:10 PK 4.7

Raumakustik: Simulation, Auralis.

On the Effect of Various Acoustic Simulation Methods on the Synthesized Impulse Response

N. Korany

Alexandria University, faculty of Engineering

In this article, the impulse response of rooms is estimated by means of different acoustic simulation methods such as the acoustical specular-radiant, the mirror-image source, the artificial reverberators or any combined methods. Acoustical parameters

are calculated for the response simulated by each method and the acoustic performance of the synthesized response is investigated.

Do. 14:00 PK 4.7

Raumakustik allgemein

Zur akustischen Behaglichkeit im Büro - Ist Abschirmung möglich?

E.J. Völker und W. Teuber

IAB Institut für Akustik und Bauphysik

Beim Um- und Neubau von Büros werden häufig die Mindestanforderungen bei der akustischen Ausgestaltung nicht oder nur zum Teil berücksichtigt. Anforderungen leiten sich ab aus der VDI- Richtlinie 2569, die auch das allgemeine Umgebungsgeräusch einbezieht und daraus erzielbare Abschirmungen ableitet. Akustische Maßnahmen ergeben sich aus dem Behaglichkeitsfeld, das den jeweiligen Ansprüchen (geforderte Privacy) gerecht werden muss. Über Klagen und schalltechnische Verbesserungen in Neu- und Umbauten wird berichtet. Die neue DIN 18041:2004 wird ebenso in die Beurteilungen einbezogen wie DIN EN 60849 über geforderte Wortverständlichkeiten bei Durchsagen.

Do. 14:25 PK 4.7

Raumakustik allgemein

Länge und Anzahl von Außenohr-Übertragungsfunktionen (HRTFs) für auditive virtuelle Umgebungen

A. Silzle

Ruhr-Universität Bochum

Zur Generierung von auditiven virtuellen Umgebungen werden Außenohr-Übertragungsfunktionen (head-related transfer functions, HRTFs) benötigt. Sie sind in Simulationssystemen dieser Art die längsten Filter und damit für die Implementierung am aufwändigsten. Insbesondere für eine Echtzeit-Implementierung wird die kürzest mögliche Form ihrer Impulsantworten gesucht. In diesem Beitrag wird sowohl die Änderung im Amplitudengang als auch der wahrgenommene Einfluss einer solchen Verkürzung beschrieben. Dieser Einfluss wird in Abhängigkeit von der Raumrichtung sowohl für den Direktschall als auch für die Spiegelschallquellen der ersten Ordnungen untersucht. Weiterhin wird

untersucht, ob ein einfacher Algorithmus zur Nachverdeckungsabschätzung geeignet ist, die Anzahl der zu berechnenden Reflexionen zu reduzieren. Die sich aus diesen Maßnahmen ergebenden Einsparungen werden berechnet.

Do. 14:50 PK 4.7

Raumakustik allgemein

Die Nachhallakustik großer langgestreckter Räume

G. Graber^a, M. Fellner^b, F. Graf^b, T. Rohde^c und J. Egger^c

^aTU Graz; ^bJoanneum Research Forschungsgesellschaft mbH; ^crohde-jegger acoustics

Im Rahmen des Projekts 'Zur Akustik des Doms zu St. Stephan in Wien' wurden umfangreiche raumakustische Messungen durchgeführt. Für die im Projekt notwendige ortsabhängige Darstellung der unterschiedlichen akustischen Parameter wurde eigens ein Visualisierungstool entwickelt. Bei der ortsabhängigen Darstellung der Nahhallzeit ist aufgefallen, dass diese nicht wie erwartet mehr oder weniger im gesamten Kirchenschiff konstant ist - so wie es auch die erste raumakustische Simulation vermuten ließ - sondern dass mit zunehmender Entfernung von der Schallquelle ein gleichmäßiges Ansteigen der Nachhallzeit zu beobachten war. Der Vortrag zeigt mit den umfangreichen Möglichkeiten des Visualisierungstools wie dieses Phänomen zustande kommt und erklärt werden kann.

Do. 15:15 PK 4.7

Raumakustik allgemein

Wird der Räumlichkeitseindruck in Konzertsälen durch das Klarheitsmaß beeinflusst?

I.B. Witew

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse von psychoakustischen Experimenten vor, die durchgeführt wurden um herauszufinden ob der Räumlichkeitseindruck (Umhülltsein) von Schallfeldern in Konzertsälen durch das Klarheitsmaß beeinflusst wird. In einschlägigen Studien hat die raumakustische Kenngröße "Late Lateral Level" (LG) eine gute Korrelation zur Umhülltseins-Wahrnehmung bewiesen. Dennoch wurde in Versuchen mit binauralen Schallbeispielen aus Konzertsälen beobachtet, dass das Umhülltsein stark unterschiedlich bewertet wurde, obwohl

die Beispiele ähnliche LG-Werte aufwiesen. Da sich die Beispiele jedoch bemerkenswert in punkto Klarheitsmaß unterscheiden, wurde die Vermutung geäußert, dass das Klarheitsmaß den Räumlichkeitseindruck beeinflussen kann. Diese Vermutung wurde auch in mehreren Studien anderer Autoren geäußert, konnte jedoch bisher nicht eindeutig beantwortet werden. Aus den psychoakustischen Experimenten dieser Studie werden die Unterschieds-Wahrnehmungsschwellen für das Umhülltsein [LG] für verschiedene Klarheiten bestimmt. Unterschiede in den "just noticeable differences" könnten bestätigen, dass das Klarheitsmaß den Räumlichkeitseinfluss beeinflusst.

Do. 15:40 PK 4.7

Raumakustik allgemein

Subjective evaluation of diffuse sidewall reflections in a concert hall model

M. Ribeiro^a und I. Bork^b

^aFEUP /DEC; ^bPTB

Subjective evaluation of diffuse sidewall reflections in a concert hall model

In a computer model of a simple shoebox shaped concert hall, the audibility of side wall reflections with varying degrees of scattering coefficients has been investigated. Two different sound source configurations were applied: a monophonic representation of a trumpet player in the middle of the stage and a stereophonic reproduction of orchestral music via two omnidirectional sound sources on both sides of the stage. The frequency dependent absorption of the room surfaces was chosen in such a way that the reverberation time approached that of the Vienna Musikvereinsaal. The effects of the degree of scattering on the two source signals was significantly different: while for the solo trumpet the variation of scattering was clearly audible, the stereophonic source configuration showed only small changes in sound quality (e.g. apparent source width). The reason for this can be explained by the higher density of early reflections in the case of two sources in contrast to the single source

Verwendung von Stimme, Gesang und Musikinstrumenten zur Bestimmung raumakustischer Parameter

R. Machner^a, K. Heutschi^b und M. Blau^c

^a*Institut für Hörtechnik und Audiologie*; ^b*Empa Materials Science and Technology, Laboratory of Acoustics*; ^c*FH Oldenburg*

Es wird die Möglichkeit überprüft, Sprache, Gesang oder Musikinstrumente als Anregung für die Ermittlung raumakustischer Parameter durch die Korrelationsrechnung zu verwenden. Es wird der Zusammenhang genutzt, dass die Kreuzkorrelationsfunktion zwischen Ein- und Ausgangssignal gleich der Systemimpulsantwort, gefaltet mit der Autokorrelationsfunktion des Anregungssignals, ist. Der Eingang des Systems wird durch ein Referenzmikrophon im Nahfeld einer Quelle auf der Bühne geschätzt. Aufgrund des bekannten spektralen Verhaltens nichtstationärer Quellen (Sprache, Gesang und Musikinstrumente) wurde eine angepasste Verarbeitung ermittelt. Für diese konnten einige grundlegende Erkenntnisse in der Signalverarbeitung gewonnen werden, wodurch der Einfluss auf die resultierende Impulsantwort gering bleibt. Es werden die Grenzen des Verfahrens aufgezeigt, welche durch verschiedenen Faktoren charakterisiert sind.

Poster

Poster (Di.-Do.)

Medizinische Akustik

Analyse der Genexpression nach intensiver Impulsschallbelastung: Genexpressionsprofile als Teil des Biomonitoring

S. Siegmann^a, B. Prisack^b, G. Roeder^b, K. Siegmund^a, E. Borsch-Galetke^a und H. Bojar^b

^a*Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin;* ^b*Institut für Onkologische Chemie*

Fragestellung: Es ist zu vermuten, dass bei Impulslärmexposition zelluläre Veränderungen zu beobachten sind welche letztlich in einem veränderten mRNA-Profil zu erkennen sein sollten. Methode: Isolierte Zellen und Probanden wurden Schallimpulsen exponiert. Die gewonnen Proben wurden mittels Affymetrixchips analysiert mit einer unbeschallten Probe verglichen. Ergebnisse: Die vergleichende Analyse der Genexpressionen in den Zellkulturen zeigt nur verhältnismäßig geringe Unterschiede. Auffällig ist die Aufregulation von einzelnen Heat-shock-Proteinen, DNA-Schaden induzierten Genen sowie die Abregulation von Calmodulin assoziierten Genen und des Vitamin-D3 Rezeptors. Genprofile als biologisches Monitoring: Dient der Überwachung der Belastung durch gezielte Analyse von Expressionsänderungen. 29 Gene waren in 25% der Fälle aufreguliert (7 von 28 Proben). Genprofile als Screeningparameter: Von 9.121 Genen, welche in den Lymphozyten der Probanden durchschnittlich detektiert werden konnten, trennen univariat 49 Gene die "vertäubten" Probanden von den "nicht-vertäubten" Probanden ($p < 0,01$). Die Genfunktionen lassen jedoch keine direkte Kausalität zur Vertäubung erkennen. Diskussion: Impulslärm setzt auch auf zellulärer Ebene einige dem oxidativen Stress analoge Prozesse in Gang. Hierbei werden zum Teil Regulationen apoptotischer Gene und von "DNA-Reparatur-Genen" nachgewiesen. Signifikante Veränderungen finden sich bei Genen mit Relation zur Calcium-Signalkette. Dies lässt eine grundlegende kausale Aussage zur Induktion der Vertäubung, aber auch extraauraler Reaktionen zu.

Auswertung von Korotkoff-Geräuschsignalen mit Verfahren der Mustererkennung für die Blutdruckmessung am aktiven Menschen

U. Kordon, M. Wolff und H. Hussein

TU Dresden - Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Ein besonderes Problem bei der Auswertung von Messsignalen für die Blutdruckmessung stellen Signale dar, die am aktiven Menschen gemessen wurden und durch die Bewegung gestört sein können. Diese Anwendung gewinnt aber vor allem im nicht-therapeutischen Bereich (z. B. privater Fitnessbereich, Sport usw.) zunehmend an Bedeutung. Die hier eingesetzten Messgeräte arbeiten dabei hauptsächlich nach dem "oszillometrischen Verfahren", was aber für verlässliche Messungen einen Probanden in Ruhe voraussetzt. Als alternatives Messverfahren wird die akustische Auswertung der sogenannten Korotkoff-Geräusche verwendet, worauf üblicherweise die "klassische" Blutdruckmessung in der Alltagsmedizin beruht. Durch eine geeignete Messanordnung und nachfolgende Signalverarbeitung bzw. -auswertung soll dieses Verfahren auch für die Blutdruckmessung am aktiven Menschen eingesetzt werden.

Auf Grund des Charakters der Störkomponenten ist der Einsatz einfacher Detektionsalgorithmen für die relevanten Messzeitpunkte Anfang und Ende des Korotkoff-Geräuschs im Messsignal wenig aussichtsreich. Aus diesem Grund wird dazu ein Mustererkennungsansatz vorgeschlagen, wie er z. B. im Bereich der automatischen Spracherkennung für die Detektion von bestimmten Schlüsselwörtern in Wortketten verwendet wird.

Das gesamte Messsignal wird zunächst in einem Analysator in eine zeitliche Folge von Kurzzeit-Merkmalen transformiert. Im Referenzmusterspeicher des Systems ist eine individuelle Vergleichsfolge eines typischen Korotkoff-Geräuschs gespeichert. In der Vergleichsstufe wird nun der Bereich im Messsignal bestimmt, der dem Referenz-Korotkoff-Geräusch "am besten" (minimaler Abstand) entspricht.

Die damit erreichbare Detektionssicherheit der Messzeitpunkte im gestörten Messsignal für die Blutdruckmessung beträgt ca. 65 % bei einem Fehler des entsprechenden systolischen bzw. diastolischen Druckwertes von ca. + 10 mm/Hg.

Poster (Di.-Do.)

Medizinische Akustik

Die Bioakustischen Langzeitüberwachung von AtemgeräuschenV. Gross, C. Reinke, R. Koch, D. Vasilescu, T. Penzel und U. Koehler*Uniklinik Marburg, Zentrum für Innere Medizin, SP Pneumologie*

Veränderungen normaler Atemgeräusche und das Auftreten von zusätzlichen Geräuschsymptomen sind ein wichtiger Hinweis auf pathophysiologische Prozesse im Bronchialsystem bzw. Lungengewebe. Seit der Erfindung des Stethoskops durch Leanec im Jahre 1819 wird die Bewertung bioakustischer Signale als Routinemethode der klinischen Untersuchung durch den Arzt angewendet. In der Vergangenheit erfolgte die Erfassung solcher Phänomene meist durch eine zeitlich begrenzte Auskultation mit dem Stethoskop und eine subjektive Bewertung des jeweiligen Untersuchers. Durch den Einsatz moderner Computertechnik sind heutzutage kontinuierliche Aufzeichnungen mit automatischer objektiver Auswertung möglich. Besonders eine nächtliche Langzeitregistrierung und Bewertung von Atemgeräuschen (NLZ-AG) ist sinnvoll, um spezifische Auskultationsphänomene (wie nächtlicher Husten oder nächtliches wheezing) im zeitlichen Verlauf qualitativ und vor allem auch quantitativ zu erfassen und zu dokumentieren. Ein mobiles NLZ-AG System ermöglicht zudem ein nichtinvasives und vigilanzunabhängiges Monitoring im häuslichen Umfeld der Patienten, genau dort wo auch gehäuft die Beschwerden auftreten. Es ist damit besonders geeignet für Patienten die einer normalen Lungenfunktionsdiagnostik nicht zugänglich sind (z.B. Kleinkinder), oder bei denen die Beschwerden gehäuft nachts im Schlaf auftreten. Es kann darüber hinaus auch zur Erfolgskontrolle einer medikamentösen Intervention genutzt werden.

Poster (Di.-Do.)

Audiotechnik

Eine virtuelle Umgebung zur Simulation von mikrofonbasierten stereophonen AufnahmeverfahrenJ. Braasch*CIRMMT, McGill University*

In lautsprecherbasierten virtuellen Umgebungen ist es meist das Ziel eine reale Umgebung nachzuahmen oder zumindest

eine künstliche Umgebung zu realisieren, die plausibel klingt. Die Position der Schallquellen im Raum wird dabei in der Regel ausschließlich über Pegeldifferenzen kodiert. In klassischen, in der Tonmeistertradition stehenden Mikrophon aufnehmenverfahren dagegen erfolgt die Kodierung der Schallquellenpositionen oft über zusätzliche Laufzeitunterschiede zwischen zwei oder mehreren Kanälen. Die hier vorgestellte virtuellen Umgebung basiert auf der Simulation solcher Verfahren. Das Ziel ist dementsprechend nicht die Auralisierung einer realen akustischen Umgebung sondern die Simulation von klassischen stereophonen Aufnahmeverfahren. Hierzu werden virtuelle Mikrophone mit wählbarer Richtcharakteristik und Raumorientierung in einer im Rechner generierten Umgebung platziert. Die Übertragungsfunktionen zwischen jeder Schallquelle und jedem Mikrophon wird aus der Distanz zwischen beiden und der Orientierung des Mikrophons zur Schallquelle bestimmt. Frühe Raumreflexionen werden mit Hilfe der Spiegelschallquellenmethode simuliert, während der späte Nachhall mit einem Netzwerk generiert wird, das aus Rückkopplungsschleifen und Verzögerungseinheiten besteht. Die Umgebung wurde in der Programmiersprache C++ implementiert (Apple OSX) und steuert eine 24-Kanalanlage an, deren Lautsprecher auf vier verschiedenen hohen Ebenen installiert wurden.

Poster (Di.-Do.)

Audiotchnik

Feasibility of Automatic Sound Recognition in Elderly Care Monitoring

J. Skowronek, B. Heim und R. Doornbos

Philips Research Laboratories Eindhoven

Intelligent and adaptive home environment systems can support elderly inhabitants in maintaining healthy and active lifestyles. A major part of such systems consists of intelligent monitoring of the inhabitant and its environment using a variety of sensors. Audio sensors could be additionally used to detect the type of activities of inhabitants and link them to high-level activities in daily living. For example, the sounds of a running water tap, followed by a clattering kettle, followed by the lighting of a match, and some slamming of cupboard doors could indicate, that someone is making hot water (probably for tea or coffee).

In an experimental study we investigated to what extend such a sound recognition system can provide useful information about

the daily life activities in a home environment. Our main questions were: What sounds can indicate daily life activities? Where are the main problems when developing such a recognition system with respect to capture and recording issues (e.g., recording quality, sound event detection), as well as classification issues (e.g., feature selection, training)?

This contribution will outline and discuss the conducted experiments and the main results.

Poster (Di.-Do.)

Sprachverarbeitung

Optimierung eines Silbenbasierten Spracherkenners

M. Tress^a, O. Schreiner^b und G. Palm^a

^a*Universität Ulm*; ^b*DaimlerChrysler Forschung und Technologie/Universität Göttingen*

Moderne Spracherkennungsanwendungen erfordern Vokabulare mit teilweise deutlich mehr als 10.000 Wörtern. Dies ist nach wie vor eine große Herausforderung für Speicher und Laufzeit, aber auch für die Erkennungspräzision, insbesondere bei natürlich-sprachlichen Systemen, bei denen unbekannte Wörter zu erwarten sind. In dieser Arbeit wird ein Ansatz der Spracherkennung vorgestellt, der auf phonetisch definierten Silben basiert. Das Wortlexikon wird hierbei durch ein Silbenlexikon ersetzt, das mit einer endlichen Anzahl Silben einen nahezu beliebigen Umfang an Wörtern abdecken kann. Der erste Teil der Arbeit beschreibt die Optimierung des Silbeninventars. Dabei wird sowohl die Ähnlichkeit von Silben in Ihren Merkmalsemissionen der HMM Zustände berücksichtigt, als auch ihre statistische Verwechselbarkeit im Erkennungsergebnis. Das Silbenlexikon wird so um jene reduziert, die phonetisch schwer unterscheidbar sind und damit keine Information für den Erkennungsprozess liefern. Der zweite Teil behandelt die Abbildung der erkannten Silbenfolge auf Wörter. Die hierfür experimentell untersuchten Methoden umfassen Levenshtein-Abstand, Assoziativspeicher und kombinierte Ansätze. Für die Suche des am besten passenden Lexikoneintrages wurden diese Methoden mit unterschiedlichen Parametern und auf Basis unterschiedlicher phonetischer Einheiten verglichen.

Poster (Di.-Do.)

Sprachverarbeitung

A Scalable Syllable Speech RecognizerC. Rico^a, O. Schreiner^b und W. Minker^a^aUniversität Ulm; ^bDaimlerChrysler Forschung und Technologie/Universität Göttingen

Modularity is widely accepted as a clear advantage in any system. This is especially true for speech recognition systems, which must be scaled to different task demands. In order to reach this goal, each layer in a speech recognition system can be incorporated as a finite state machine, including the traditional HMM-Layer, lexicon and language model. Here we present a method of construction for a pure finite state speech recognition system. This includes the conversion of traditional HMMs into a finite state transducer and the related problems. The method is first proved for a lexicon based whole word recognizer and then extended to a subword unit approach using syllables. The syllables in this approach are phonetically motivated in order to minimize cross unit dependencies. Syllable level pruning is used for improved footprint and runtime.

Poster (Di.-Do.)

Strömungslärm

Die AneCom AeroTest Schallmesskammer - Europas größter Aero-Akustischer Prüfstand für Flugzeugtriebwerks-LüfterD. Müller*AneCom AeroTest GmbH*

Europas größter aero-akustischer Prüfstand zum Testen von Triebwerks-Lüftern wurde im Mai 2004 in Betrieb genommen. Die Schallmesskammer ist Teil des Kompressor Test Zentrums Wildau, angesiedelt im Technologiezentrum für Luft- und Raumfahrt Wildau in der Nähe von Berlin. Die AneCom AeroTest GmbH als der Betreiber des Kompressor Test Zentrums konzipierte und baute die verschiedenen Prüfstände des Kompressor Test Zentrums in einer Bauzeit von insgesamt 2 Jahren. Die Firma AneCom AeroTest ist eine unabhängige Einrichtung, die Prüfstands- und Testdienstleistungen für Kunden aus der Gasturbinen-Industrie anbietet.

Die Schallmesskammer wurde speziell ausgelegt um den Anforderungen zum Testen von Triebwerks-Lüftern zu genügen.

Das Grund-Design der Kammer wurde zusammen mit führenden Triebwerks-Herstellern entwickelt. Lüfter bis zu einem Durchmesser von 1,14m (45-inch) können bis zu einer Drehzahl von 15.000 RPM getestet werden, wobei der Lüfter über einen Elektromotor mit 18MW Antriebsleistung angetrieben wird. Der maximale durch den Lüfter bewegte Luftmassenstrom kann bis zu 200kg/sec betragen.

Die Schallkammer selbst besitzt eine Grundfläche von 30m x 35m und eine Höhe von 10m. Das umbaute Volumen beträgt mehr als 10.000m³. Alle Flächen der Kammer von insgesamt ca. 3500m² sind mit mehr als 40.000 schallschluckenden Keilen ausgerüstet, die eine vollständige reflektionsarme Charakteristik zwischen 200Hz und 40kHz gewährleisten. Ein "State-of-the-Art" Datenerfassungssystem erlaubt die Erfassung von bis zu 2500 Messparametern und die Aufzeichnung von bis zu 128 dynamischen Kanälen mit Bandbreiten bis zu 40kHz.

Poster (Di.-Do.)

KFZ I

Lokalisation von Bremsgeräuschen

N. Madhu^a, R. Martin^a, H.-W. Rehn^b und A. Fischer^b

^a*Ruhr-Universität Bochum*; ^b*Volkswagen AG*

Die Lokalisation von Bremsenquietschen ist eine anspruchsvolle Aufgabenstellung. Standardalgorithmen zur Quellenlokalisierung (GCC usw.) scheitern hier aufgrund der schmalen Bandbreite des Bremsenquietschens und der komplizierten akustischen Umgebung unterhalb eines Fahrzeugs. Diese Arbeit präsentiert einen Ansatz zur Lösung dieses Problems mit Hilfe von Mikrofon-Arrays, die an den Rand des Unterbodens eines Fahrzeugs montiert worden sind. Lokalisiert wird mit einer gewichteten "steered-response-power" (SRP) Kostenfunktion in einem zweidimensionalen Suchfeld. Der Aufbau enthält vier Arrays mit insgesamt 31 Eingangskanälen. Jedes der linearen Arrays besteht aus in logarithmischen Abstand angeordneten Mikrofonen um das breite Spektrum möglicher Quietsch-Frequenzen zu berücksichtigen. Der Algorithmus geht in zwei Schritten vor: als erstes werden die aktiven Frequenzbänder durch eine Schätzung des Schmalbandrauschens ermittelt. Im Anschluss wird das Bremsgeräusch mit einer über Kohärenz und SNR berechneten, gewichteten Kostenfunktion der/den aktiven Bremse/n zugeordnet. Das Verfahren wurde bei Messungen an einem fahrenden Automobil erfolgreich eingesetzt.

Poster (Di.-Do.)

Bauakustik allgemein

Programmsystem der SEA zur Schallausbreitung in GebäudestrukturenW. Wöhle*vormals TU Dresden, Inst. für Akustik und Sprachkommunikation*

Vorge stellt wird anhand eines Programmsystems, wie sich mit der Statistischen Energie Analyse (SEA) die Schallausbreitung in verzweigten Gebäudestrukturen, speziell durch Einbeziehung der Flankenwege, abschätzen läßt. Dazu müssen die in den Wänden(Platten) entstehenden Longitudinal- und Transversalwellen mit einbezogen werden. Das Programmsystem beruht auf der Grundlage zweier Programme. Mit einem werden die benötigten Körperschalltransmissionsgrade an den Plattenstoßstellen berechnet, das andere berechnet dann die eigentliche Schallausbreitung. Es können Strukturen bis zu 25 Räumen, 93 Platten und 280 Kanten, max. jedoch 280 Systemen gerechnet werden.

Die SEA als Statistisches Verfahren liefert Erwartungswerte. Aufgrund der Tatsache, daß Angaben über die physikalischen Eigenschaften der Platten und der entstehenden Plattenverbindungen in der Regel starken Streuungen unterworfen sind, muß dies in vielen Fällen nicht als Nachteil gewertet werden. So ist es mit Hilfe dieses Verfahrens auch sehr gut möglich, den Einfluß einzelner vorgesehenen Veränderungen an der Struktur abzuschätzen.

An Hand einiger speziell konstruierter Strukturen wird gezeigt, welche offenbar der Rechnung nur schwer zugänglichen Verbindungen noch erfaßbar sind. Das Programm rechnet in Terzabständen von 50 Hz bis 5000 Hz und liefert Angaben über Schalldruckpegel, Schnellepegel und Pegeldifferenzen als Liste oder Diagramm.

Poster (Di.-Do.)

Bauakustik allgemein

Modalanalyse einer Holzstegträgerdecke - FEM-Simulation im Vergleich mit MessungenP. Meistring und U. Schanda*Fachhochschule Rosenheim*

Auf dem Gebiet der niederfrequenten Schwingungen im Holzbau besteht heute noch großer Klärungsbedarf. Die Vielzahl an ausgeführten Konstruktionen macht eine Vorhersage des Schwingungsverhaltens schwierig. Deshalb sind für die Entwicklung von

schwingungsreduzierenden Maßnahmen an Holzbauteilen als auch für die Untersuchung derer Wirkung auf schall- und schwingungstechnische Eigenschaften aufwendige Messreihen unumgänglich. Eine Reduzierung dieses hohen Messaufwandes kann durch eine Berechnung mit Hilfe der Methode der finiten Elemente (FEM) erfolgen. Ziel ist es, das Eigenschwingungsverhalten einer Konstruktion mittels FEM in Abhängigkeit von Aufbau, Dimension sowie Auflager-, Einspannungs- und Belastungssituation zu berechnen. Derartige Berechnungen sollen auf lange Sicht die Grundlage für die Erarbeitung von Vorschriften zur projektbezogenen Bemessung von schwingungsreduzierenden Maßnahmen und damit für Verbesserung hinsichtlich der Trittschallübertragung bilden. Theoretisch kann darauf aufbauend auch die Ankopplung an das angrenzende Luftschallfeld oder an angrenzende Bauteile simuliert und bauakustische Kennwerte errechnet werden. Die vorgestellte Arbeit beschreibt ein FEM-Modell einer Holzstegträgerdecke samt schwimmendem Estrich. Als Vergleichsgrundlage dienen Ergebnisse von ausgiebigen Schwingungsmessungen an einer entsprechenden Prüfdecke. Neben der Übereinstimmung der Ergebnisse von messtechnischer und rechnerischer Modalanalyse werden in der Simulation unterschiedliche Faktoren wie Elementkombination, Materialsteifigkeit, Modellierung der Auflager bezüglich ihrer Auswirkung auf den Wert der Eigenfrequenzen untersucht.

Poster (Di.-Do.)

Haustechnische Anlagen

Der Pendelfallhammer nach SIA 181 im Vergleich zu anderen Körperschallquellen

J. Mohr, L. Weber und P. Teller

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Die Messungen von Installationsgeräuschen orientieren sich in der Schweiz und in Deutschland an den gleichen Vorgaben (DIN EN 16032). Unterschiede ergeben sich jedoch durch abweichende Anforderungen und unterschiedliche Auswerteverfahren. Darüber hinaus wird in der Schweiz mit der neuen Norm SIA 181 (zur Zeit noch Entwurf) erstmals eine genormte Schallquelle zur Simulation von Benutzungsgeräuschen bei haustechnischen Anlagen (z. B. Bade- und Duschwannen) eingeführt. Die Geräuscherzeugung erfolgt hierbei mit dem sogenannten EMPA-Pendelfallhammer. In Deutschland, wo bislang keine genormte Körperschallquelle existiert, wird bei Messungen im

Prüfstand zur Anregung von Bade- und Duschwannen zumeist ein sogenanntes Körperschallgeräuschnormal (Entwicklung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik) eingesetzt.

Nachdem erste messtechnische Erfahrungen mit dem Pendelfallhammer vorliegen, werden die ermittelten Ergebnisse vorgestellt und mit den bei Anregung mit dem Körperschallgeräuschnormal gemessenen Werten verglichen. Dabei wird auch auf die unterschiedlichen Anforderungen und Auswerteverfahren in Deutschland und der Schweiz eingegangen.

Poster (Di.-Do.)

Quelllokalisation

Messung akustischer Parameter für tomografische Verfahren

M. Domke^a, P. Holstein^b und A. Raabe^c

^aIngenieurbüro Akustik & Audiotechnik; ^bSTZ-Steinbeis Transfer Zentrum für technische Akustik; ^cUniversität Leipzig, Institut für Meteorologie

Der Einsatz des Verfahrens der akustischen Laufzeittomografie ist überall dort möglich und interessant, wo mechanische Wellen in fluiden Systemen auftreten, wobei deren Ausbreitungsgeschwindigkeiten durch die Eigenschaften des Mediums bestimmt sind. Durch die freie Skalierbarkeit des Verfahrens bieten sich Anwendungen für Flächen mit Kantenlängen von einem bis zu mehreren hundert Metern an. Es gab bereits erste Anwendungen im Bereich raumklimatischer Fragestellungen wie z.B. der Effizienz der Auslegung und Funktion von Klimaanlage in Hallen und auch von Strömungen in Windkanälen und Konvektionskammern. Die Gewinnung der akustischen Parameter als Grundlage für die tomografische Rekonstruktion erfolgt mit MATLAB-Algorithmen über eine Vielkanal-Messhardware mit Schallsendern und Schallempfängern. Dabei beeinflussen besonders die Schallwandler die Messung in hohem Maße. Neben einer auf das Messproblem angepassten Auswahl bzw. Konstruktion der Schallwandler hat deshalb die Kompensation von deren Einfluss im Rahmen einer korrigierenden Signalverarbeitung eine große Bedeutung. Dies geschieht mittels Vor- und Nachkorrektur (Pre- und Postprocessing) in zwei Schritten, welche sich effizient in den Messalgorithmus einbetten lassen. Zur Vorkorrektur werden spezielle, an Schallwandler und Untersuchungsobjekt angepasste Anregungssignale verwendet. Die Nachkorrektur kompensiert insbesondere die Wandlerlaufzeit und richtungs-

abhängige Übertragungseigenschaften, die sich aus der Anordnung der Schallwandler um das Untersuchungsobjekt ergeben. Die Optimierung des Messablaufs und der Algorithmik sowie die einheitliche Programmierung der Datenaufzeichnungs- und -analysesoftware in MATLAB erlaubt inzwischen eine sofortige Erzeugung von Tomogrammen während der Messung.

Poster (Di.-Do.)

Reflexionsarme Räume und Hallräume

Die AneCom AeroTest Schallmesskammer - Europas größter Aero-Akustischer Prüfstand für Flugzeugtriebwerks-Lüfter - Messtechnik, Betrieb und Alternativnutzung

D. Müller

AneCom AeroTest GmbH

Die Schallmesskammer der Fa. AneCom AeroTest als Teil des Technologiezentrums für Luft- und Raumfahrt Wildau in der Nähe von Berlin wurde speziell zum Testen von Triebwerk-Lüftern ausgelegt, erlaubt aber auch akustische Untersuchungen an beliebigen anderen Objekten.

Zur Grundausstattung der Kammer gehören neben dem Antriebssystem und dem zentralen Messdatenerfassungssystem zur Erfassung von bis zu 2500 Messparametern ein dynamisches Messdatenerfassungssystem sowie 25 Fernfeld-Mikrophone. Diese Mikrophone erfassen das akustische Fernfeld im Abstand von ca. 18m zum Lüfter. Die dynamischen Mikrophonsignale werden typischerweise zusammen mit weiteren Nahfeldmikrophonen bzw. im Strömungskanal wandbündig eingelassenen dynamischen Druckaufnehmern erfasst und gemeinsam aufgezeichnet. Das Datenerfassungssystem speichert zum Einen die digitalisierten Messdaten direkt auf großen Festplattenspeichern von insgesamt 2TBytes, zum Anderen werden die digitalisierten Datenströme für ein Online-Betriebsüberwachung und Online-Datenanalyse genutzt. Verschiedene Datenkonvertierungs-Tools erlauben es die gewonnenen Daten in verschiedene Datenformate für verschiedene kommerzielle Datenanalyse Software-Pakete zu konvertieren.

Das Grundkonzept der Schallkammer erlaubt es die Kammer umzubauen, so dass auch andere Einbauten in die Kammer möglich sind. So ist es beispielsweise möglich eine Gitterrost-Plattform einzubauen auf der schallabstrahlende Objekte positioniert werden, deren Abstrahlungs-Charakteristiken unter Freifeld-

bedingungen ohne schallharten Boden untersucht werden. Hierbei könnten beispielsweise durch die Nutzung einer akustischen Kamera gezielt Schallquellen geortet werden, ohne dass Schallreflektionen an schallharten Böden die Messung beeinflussen.

Poster (Di.-Do.)

Stimm- und Sprechakustik

Stimmhafte Sprache als sekundäre Antwort eines verborgenen fundamentalen Treiberprozesses

F.R. Drepper

Forschungszentrum Jülich GmbH

Das stimmhafte Sprachsignal wird als stochastische sekundäre Antwort eines bandbegrenzten fundamentalen Treibers dargestellt, der in Anlehnung an die Tonhöhenwahrnehmung anhand des Sprachsignals eindeutig rekonstruiert wird. Wie in einer begleitenden Studie erläutert wird, wird die synchronisierte primäre Antwort (stimmhafte Quelle) durch eine stetige Kopplungsfunktion eines potentiell retardierten Zustandes des fundamentalen Treibers dargestellt. Das zweistufige Treiber-Response Modell stimmhafter Sprachsignale zeichnet sich durch einen vergrößerten Extrapolationsbereich der Sprachsynthese im Vergleich zum einstufigen Quelle-Filter Modell aus.

Poster (Di.-Do.)

Musikalische Akustik

Psychoakustische Untersuchungen zu Inharmonizitäten von Gitarrensaiten

F. Völk, H. Fastl, M. Fruhmann und S. Kerber

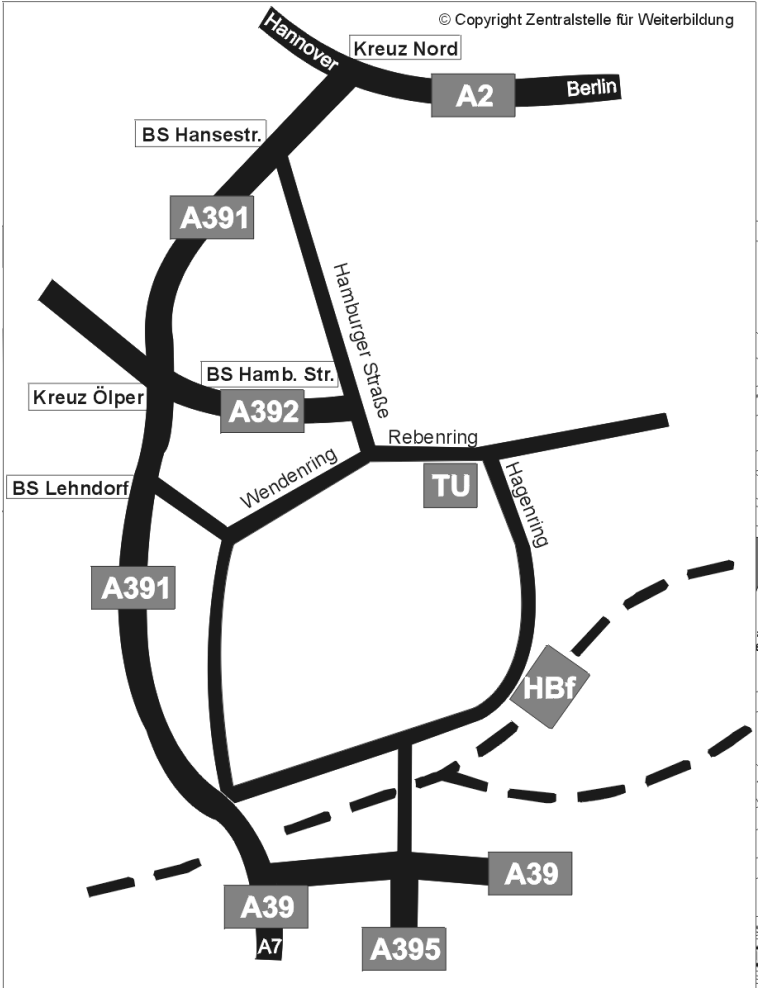
AG Technische Akustik, MMK, TU München

Gitarrenklänge weisen leicht inharmonische Spektren auf. In diesem Beitrag wird dargestellt, welche Unterschiede zwischen rein harmonischen und leicht inharmonischen Gitarrenklängen wahrnehmbar sind, und ob Präferenzen auftreten. Zunächst wurden sowohl rein harmonische als auch leicht inharmonische Gitarrenklänge mittels MATLAB synthetisiert. In psychoakustischen Experimenten wurde dann ermittelt, dass 1) Gitarrenklänge mit harmonischen bzw. inharmonischen Spektren unterschieden werden können, 2) Bei inharmonischen Gitarrenklängen die zugehörigen Schwebungen in der Regel erkannt werden, 3) Kurze Melodien aus inharmonischem Tonmaterial etwas bevorzugt werden,

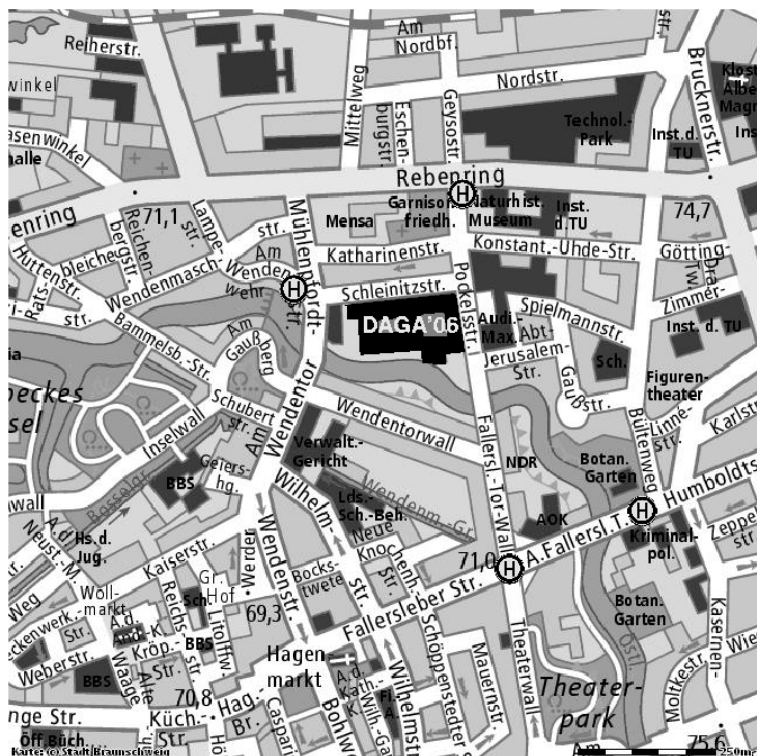
insbesondere von Musikern, die selbst ein Saiteninstrument spielen, 4) Harmonische und leicht inharmonische Gitarrenklänge die gleiche Tonhöhe hervorrufen. Die Ergebnisse werden im Poster visuell dargestellt sowie über Kopfhörer hörbar gemacht.

Lage der TU Braunschweig

Anfahrt



Lage des DAGA-Tagungsortes in Braunschweig



Altgebäude (Tagungsbüro, Firmenausstellung, Vorträge, Poster):
Ecke Pockelsstraße / Schleinitzstraße

Audimax (Plenarveranstaltungen):
Pockelsstraße - gegenüber vom Altgebäude

Anfahrt vom Hauptbahnhof:
Straßenbahn Linie 4 Richtung Wenden, bis Haltestelle Mühlenpfordtstraße

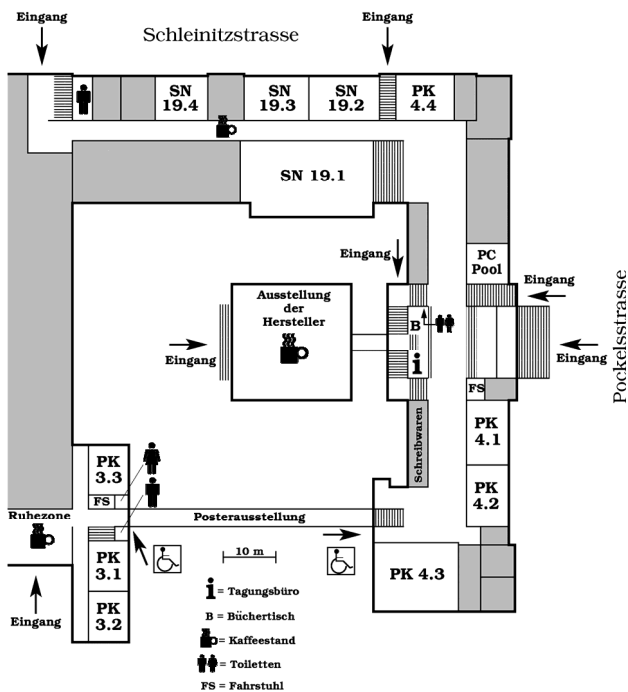
Während der gesamten Tagung kann der Tagungsausweis als Fahrschein der Braunschweiger Verkehrs-AG im Stadtgebiet Braunschweig benutzt werden.

Lagepläne der Hörsäle

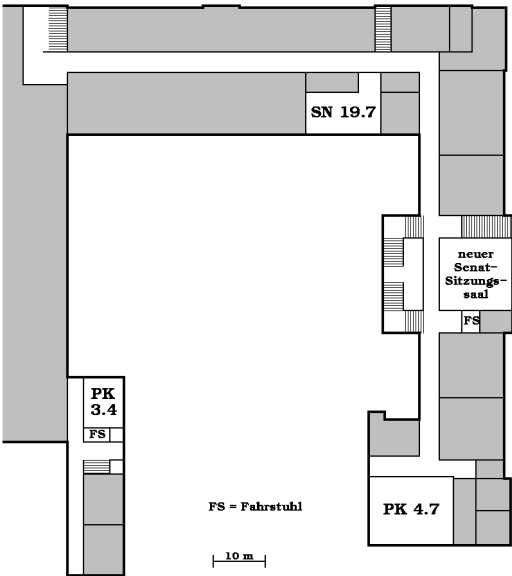
Altgebäude



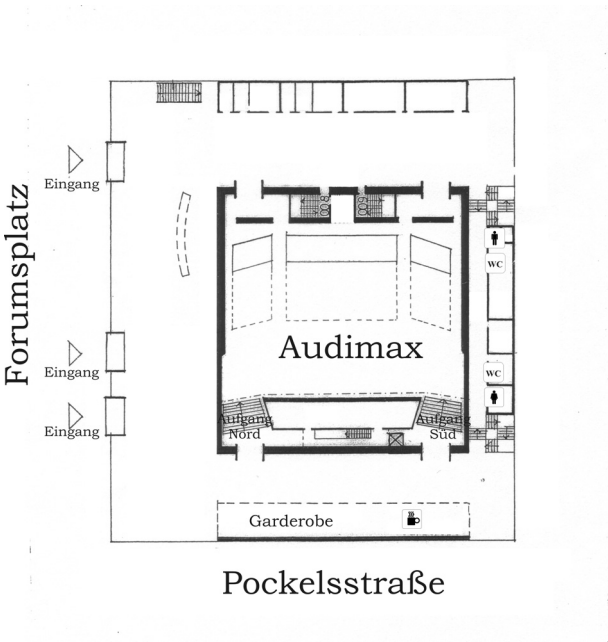
Altgebäude - Erdgeschoss



Altgebäude - Obergeschoss



Audimax



Verzeichnis der Autoren

Abbühl, F.	219	Belis, R.	87
Abel, M.	246	Bellmann, M.	208
Ackermann, U.	254	Bensler, P.-H.	182
Ahlefeldt, T.	200	Bergweiler, S.	246
Aichner, R.	38	Bethke, C.	91, 224
Albrecht, B.	115	Betke, K.	183
Ali, Irfan	144	Beutelmann, R.	56
Alt, N.	84	Biber, J.	206
Altenmüller, E.	28	Bietz, H.	33, 196
Anderssohn, R.	167	Birkholz, P.	225, 226
Arendt, I.	93	Bischoff, L.	210
Arndt, R.	179	Bisitz, T.	71
Arnold, W.	161	Bisping, R.	84, 263
Arora, M.	153	Blau, M.	224, 236, 275
Ashcroft, G.	80	Blauert, J.	131
Assenmacher, I.	130	Blumrich, R.	210
Attia, F.	178	Blumschein, E.	140
Bader, R.	240	Bodden, M.	206
Bahr, L.	252	Boden, F.	170
Bailer, W.	114	Bögli, H.	219
Balazs, P.	249, 249	Böhme, S.	76
Balmer, M.	218, 219	Bojar, H.	276
Balogh, K.	259	Bollmann, W.	202
Bamberger, A.	243	Boonen, R.	109
Barsikow, B.	201	Bopda, E.	73
Batsalaruban, K.	73	Bork, I.	269, 274
Bau, G.	181	Borß, C.	113
Bauer, J.	59	Borsch-Galetke, E.	276
Baumann, W.	38, 40, 43	Bosch, W.	63
Baumgart, J.	241	Bothe, H.-H.	69
Baumgartner, W.-D. ...	53, 54	Bouaoua, N.	65
Bay, K.	254, 254	Bouhaj, M.	146
Bechler, D.	102	Braasch, J.	57, 278
Becker, S.	144	Brand, J.-F.	180
Becker, T.	142	Brand, T.	56
Behler, G.	182	Brandstätt, P.	254, 254
Behrens, T.	94	Brandstetter, D.	204
Beissner, K.	66	Breitbach, H.	76
Beitelschmidt, M.	211	Brenner, G.	152

Bretz, N.	157, 251	Eneman, K.	189
Brick, H.	253	Epp, B.	129
Brinkmann, K.	62	Ernst, S.M.A.	133
Buchele, A.	175	Escobar, M.	144
Buchner, H.	38	Ewert, R.	27
Buck, M.	103	F.p. Pazos, D.	233
Carolus, T.	148	Faller, C.	127
Caron, A.	161	Fastl, H.	116, 264, 287
Cisilino, A.	162	Faulhaber, P.	146
Clasen, D.	30	Fedtke, T.	62, 63, 64, 65
Clausen, M.	124	Fehse, K.-R.	174
Daniel, P.	266	Feiss, C.	212
Dankar, J.	250	Feldmann, J.	60, 200
Dau, T.	52	Fellner, M.	98, 273
De Bree, H.-E.	210	Fels, J.	128
De Doncker, R.	137	Fend, C.	186, 187
De Vries, D.	115	Fichtel, C.	200
Dejaeger, L.	210	Fingerhuth, S.	137
Deutsch, W.	139	Fischer, A.	282, 92
Diehl, R.	116	Fischer, H.-M. ..	31, 198, 199, 203
Dietz, P.	176	Fischer, H.	158
Digester, F.	68	Fischer, Martin	147
Diniz Guimaraes, J.H.	175	Fischer, Michael	29
Disselhorst-Klug, C.	225	Fleischer, H.	239
Glask, P.	169	Flemisch, B.	167
Domke, M.	285	Fließer, W.	179
Doornbos, R.	279	Foken, W.	181
Dormuth, I.	265	Frahm, A.	262
Dörries, B.	183	Franck, A.	165
Drascher, T.	104	Frauenrath, T.	225
Drechsler, A.	199	Friedrich, H.	154
Drepper, F.R.	228, 287	Fritzen, C.-P.	148
Dreyer, T.	153	Frommolt, K.-H.	260
Drotleff, H.	99	Fruhmman, M.	137, 287
Drullman, R.	189	Fuhs, S.	110, 111
Duval, A.	210	Gabbert, U.	248
Egger, B.	222	Gädicke, W.	108
Egger, J.	98, 273, 99	Gassmann, B.	35
Eichenlaub, C.	117, 117, 118, 119	Gaul, L.	29, 248
Eisele, G.	84	Gehrmann, T.	123
Eitner, B.	260	Genuit, K.	57
Ellermeier, W.	50	Gerlach, A.	224

Gerretsen, E.	197	Henning, B.	172
Geyer, T.	255, 256	Hepp, H.	44
Giering, K.	267	Herhold, J.	266
Gierlich, H.W.	107	Herr, M.	145, 149
Gilg, V.	104	Herrenkind, M.	44, 105
Gnauck, M.	222	Herrmann, J.	248
Goertz, A.	112	Hess, W.	127
Goetze, S.	39, 105	Heute, U.	190, 191
Goldemund, K.	94	Heutschi, K.	258, 275
Goldschmidt, O.	225	Hillenbrand, J.	45
Graber, G. ..	98, 99, 113, 273	Hiltbrunner, D.	219
Graf, F.	83, 98, 113, 273	Hirsch, K.-W.	257, 262
Grimm, M.	143	Hirse Korn, S.	161
Grimmeissen, J.	99	Hobelsberger, J.	86, 87
Großmann, C.	167	Hofbauer, C.	132
Gross, V.	278	Hofer, B.	143
Gruenewald, M.	146	Hoffmann, R.	142
Grundmann, R.	241, 242	Hofmann, J.	256
Guggenberger, J.	31	Hohmann, V.	55, 71
Guidati, S.	268	Höldrich, R.	110, 111
Guillemard, M.	125	Holstein, P.	285
Häb-Umbach, R.	40	Holters, M.	126
Habisreuther, P.	253	Hoppe, U.	68
Hafter, E.	54	Hopt, A.	82
Hahn, C.	144	Horst, H.-G.	29
Haindl, K.	41	Hübelt, J.	86, 255, 256
Haltenorth, I.	232	Huber, C.	245
Hammer, F.	192	Huber, M.	61
Hampel, S.	162	Huber, P.E.	36
Hansen, M.	70, 236	Huber, R.	103, 189
Hardtke, H.-J.	167, 250	Hübner, G.	88, 90
Hauff, P.	37	Hudde, H.	69
Haulick, T.	103	Huo, L.	191
Häupl, P.	99	Hussein, H.	277
Haverkamp, M.	177	Jackel, D.	225
Hecht, K.	61	Jaeckel, O.	220
Hecht, S.	209	Jaeckel, R.	187
Heim, B.	279	Jakob, A.	60, 78, 200, 201
Heinrichs, R.	206	Jekosch, U.	189
Helfer, M.	210	Jenderka, K.-V.	156
Hellbrück, J.	230	Jenne, J.W.	36
Hellmig, M.	201	Jung, C.	158
Hengsberger, H.	99	Jüttner, M.	196

Kaernbach, C.	136	Kordon, U.	277
Kalivoda, M.	85	Koschier, M.	113
Kaltenbacher, M. ...	144, 167, 251, 252	Köstiner, J.	83
Kammeyer, K.-D.	39, 105	Kraft, J.	47
Kamp, B.	119	Krahé, D.	74, 76
Kandelaki, D.	88	Kramer, A.	210
Kannampuzha, J.	226	Krämer, M.	254, 254
Kappelmann, M.	224	Krämer, S.	227
Karaca, K.	179	Krätzer, W.	97
Kasper, K.	137	Kraus, M.	90
Katz, B.F.	188	Krebber, J.	189
Kaufmann, A.	209	Krebs, W.	218, 217, 219
Kautsch, P.	99	Kreft, K.	105
Kehl, R.	172	Kreuzer, W.	249, 249
Kellermann, W.	38	Kröger, B.J.	226
Kerber, S.	138, 287	Kröniger, D.	155
Kern, M.	220	Kröpfl, S.	85
Kettler, F.	107	Kroschel, K.	102, 143
Kirn, J.	77	Krüger, F.	117, 118
Klasmeyer, G.	44, 105	Krüger, L.	119
Klatte, M.	230	Kruse, R.	110
Klausner, M.	185	Kuhn, C.	205
Klemenz, M.	213	Kühnelt, H.	243
Kletschkowski, T.	77	Kühner, D.	185, 233, 59
Klimas, A.	43	Kühnicke, E.	160, 255
Kling, C.	195	Kunze, H.	222
Kob, M.	225, 227	Künzel, K.	170, 238
Koch, C.	66, 156	Kurth, F.	123, 124
Koch, M.	170	Kurtz, P.	93
Koch, P.	152	Kurz, R.	200
Koch, R.	278	Kurz, T.	155, 156
Koehler, U.	278	Kurze, U.	116
Kohlrausch, A.	51, 131	Kutzer, D.	32
Kohrs, T.	174	Laback, B.	53, 54
Kolb, A.	146	Lackner, W.	99
Kollmeier, B.	128	Lacroix, A.	134, 141
Kolossa, D.	43	Lang, M.	44
Költzsch, P.	238, 253	Lange, B.	88
König, C.	101	Langer, S.	30, 162
König, F.	49	Lassak, O.	69
Köpf, H.-J.	103	Lauke, T.	145
Korany, N.	271, 271	Lauterborn, W. .	152, 155, 156
		Lefèvre, J.	248

Leistner, P.	232, 75, 204, 230, 233	Melchior, F.	115
Leitgeb, E.	113	Mellert, V.	65, 110
Lemke, O.	79	Menzel, D.	116
Lentz, T.	130, 270	Meschke, J.	209
Lenz, U.	118	Mettin, R.	152
Lerch, R.	157, 251, 167, 252	Metzen, H.A.	265
Leuner, D.	90	Meunier, N.	117
Lieb, M.	107	Milbrod, E.	237
Liebler, M.	153	Mildner, V.	39, 105
Lievens, M.	194	Milz, H.-J.	223
Linhard, K.	42	Minker, W.	281
Linnemeier, A.	132	Miranda, L.	182
Lietjens, S.	235	Mohr, J.	284
Lobsiger, E.	218	Möller, S.	190, 191, 193
Lorenz-Kierakiew., K.-H.	95, 96	Mommertz, E.	97, 231, 234
Löschke, H.	121	Mors, A.	139
Luchterhand, S.	260	Möser, M.	78, 79, 200
Ludwig, D.	83	Müller, D.	281, 286
Luts, H.	189	Müller, D.H.	101
Maas, R.	154	Müller, M.	123, 124
Machner, R.	275	Myck, T.	216
Madhu, N.	282	Narayanan, S.	143
Maess, M.	29, 248	Naumann, K.	198
Majdak, P.	53, 54	Neise, W.	79
Makarski, M.	46, 46	Nentwich, F.	119
Marburg, S.	164, 167, 241, 250	Nettelbeck, C.	205
Markiewicz, M.	163, 180	Neubarth, K.	120
Märtens, C.	232	Neugebauer, R.	222
Martin, H.J.	197	Neuschaefer-Rube, C.	226, 227
Martin, R.	189, 282	Niehoff, W.	28
Maschke, C.	61	Niemann, H.	61
Materna, R.	202	Niepenberg, A.	76
Mäurer, M.	37	Nitschmann, M.	52
May, R.J.	180	Nix, J.	55
Mayr, A.	199	Noll, A.	139
Mckinney, M.	122	Nordborg, A.	82
Mehnert, D.	142	Notbohm, G.	132
Mehra, S.-R.	232	Nsabimana, F.X.	121
Meinhof, E.	134	Nürnberger, D.	80
Meistring, P.	283	Oberdörster, M.	228, 229
		Oberfeld, D.	133
		Ochmann, M.	162, 253

Ohl, C.D.	153	Rehn, H.-W.	282
Olszewski, D.	159	Reichenberger, J.	146
Onnich, J.	116	Reichl, C.	243
Opfer, H.	220	Reinhardt, M.	37
Opitz, U.	97	Reining, F.	41
Orglmeister, R.	38, 43	Reinke, C.	278
Ortmann, J.	148	Reinstädter, K.	161
Oschlies, D.	115	Remmers, H.	224
Otcenasek, Z.	246	Rettenbacher, B.	114
Palm, G.	280	Ribeiro, M.	274
Pastillé, H.	222	Richter, A.	242
Patsouras, C.	206	Richter, W.	148
Paulsen, R.	184	Rico, C.	281
Peiffer, A.	250	Riedlinger, R.E.	153
Peissig, J.	50	Riemann, D.	205
Pellegrini, R.S.	205	Rigoll, G.	44, 125
Penzel, T.	278	Roeder, G.	276
Peters, E.	85	Rohde, T.	98, 273
Peters, M.	136	Rolshofen, W.	176
Petersen, S.	164	Rondeau, J.-F.	210
Petersson, B. .	169, 173, 173, 174	Roßberg, S.	268
Petzold, H.	99	Rosenthal, M.	205
Peuker, U.A.	152	Rosner, G.	247
Pfaffelhuber, K.	211	Rotaru, D.	194
Pichot, F.	84	Rottiers, W.	100
Piorr, D.	259	Rupp, D.	161
Piscoya, R.	162, 253	Ruth, W.	206
Postema, M.	34	Ruwwe, C.	125
Prager, J.	169	Sachau, D.	76, 77, 166
Prasetyo, F.	42	Salm, J.	82
Prisack, B.	276	Salomon, R.	171
Probst, W.	89, 265	Sankowsky, T.	70
Quarz, V.	211	Sarradj, E. .	86, 150, 221, 256
Quickert, M.	222	Sass, B.	201
Raabe, A.	285	Schäfer, G.	176
Raake, A.	188, 190, 191	Schallauer, P.	114
Rabe, U.	161	Schanda, U.	97, 283
Rainer, H.	83	Schanz, D.	156
Ratschko, D.	64	Schatz, R.	198
Rautenberg, J.	172	Scheck, J.	199
Redmann, D.	250	Schick, A.	135
Reents, P.	231	Schielke, O.	234
		Schimmel, O.	51

Schirmacher, R.	81	Silzle, A.	272
Schlemmer, K.	136	Sinojmeri, M.	65
Schlums, C.	63	Sivonen, V.P.	50
Schmelzer, M.	196	Skowronek, J.	122, 279
Schmidt, J.	179	Slenczka, K.	270
Schmidt, Lothar	92	Sobotta, R.	158
Schmidt, Lüder	120	Sokoll, J.	130
Schmidt, S.	69	Sorge, W.	97
Schmied, R.	99	Sottek, R.	205
Schmitz, G.	34	Späh, M.	203
Schneider, Manfred	146	Sparmann, J.	266
Schneider, Martin	198	Spinder, C.	207
Schneider, Matthias	171	Springer, N.	207
Schnell, K.	141	Starruß, T.	106
Schoenwald, S.	197	Stegemann, B.	214
Scholl, W.	33	Steger, M.	80
Scholz, K.	190, 191	Stegmaier, K.	136
Schönle, M.	104	Steiger, C.	170
Schreiner, O.	280, 281	Steinbrecher, T.	48, 48
Schröder, A.	145	Stepanek, J.	246
Schröder, D.	270	Stiller, J.	242
Schröder, J.	168	Stirnemann, A.	72
Schröder, R.	220	Strauch, O.	46
Schuller, B.	44, 125	Strobel, J.	157, 251
Schulte-Fortkamp, B.	58	Stüwing, D.	211
Schultz - Von Glahn, M. ..	183	Sueyoshi, M.	212
Schulz, D.	170, 238	Sukowski, H.	135
Schulze, A.	147	Syrový, V.	246
Schulze, C.	221	Takashi, N.	212
Schulze, E.	50	Taschke, H.	67
Schwarzwälder, S.	180	Teller, P.	284
Sedlbauer, K.	233	Teuber, W.	49, 272
Seeber, B.	54	Theile, G.	116, 138
Seidel, J.	194, 230	Thiele, F.	80
Seidler, H.	112	Thomann, G.	217
Seifert, U.	120	Thompson, E.	52
Seitz, G.	205, 209	Thoß, E.	214
Sessler, G.M.	45	Tiawongsombat, P.	148
Shigetomo, S.	212	Tiesler, G.	228, 229
Shinichi, N.	212	Tomberger, G.	110, 111
Siebert, B.R.L.	61	Trautmann, U.	92
Siegmann, S.	276	Tress, M.	280
Siegmund, K.	276	Tschakert, R.	173

Uhl, F.	211	Wellhöfer, A.	186, 187
Uhlendorf, V.	37	Wendemuth, A.	106
Ultsch, A.	123	Wenterodt, C.	164
Ummenhofer, P.	83	Wild, J.	148
Uppenkamp, S.	73	Wilken, T.	155
Vasilescu, D.	278	Wilkens, V.	33
Vercammen, M.	95, 96	Wilzbach-Divkovic, G.	36
Verhey, J.	52, 129, 133	Windelberg, D.	73
Vicinus, P.	38, 40	Windisch, T.	150, 151
Virnich, B.	86, 87	Witew, I.B.	273
Vogelsang, B. .	214, 215, 216,	Wittek, H.	116
	262	Wittstock, V. .	33, 91, 224, 196
Völker, E.J.	49, 272	Wöhle, W.	283
Völk, F.	287	Wohlmuth, B.	167
Völl, S.	107	Wolff, K.	84
Von Estorff, O. .	26, 147, 164,	Wolff, M.	277
	180	Wolff, O.	108
Von Karstedt, W.-C.	163	Worreschk, T.	210
Vorländer, M.	137, 182	Zaleski, O.	180
Wältermann, M.	190, 191	Zannin, P.H.T.	261
Warsitz, E.	40	Zeibig, A.	151
Wartini, S.	86, 87	Zhou, X.	99, 194
Waubke, H.	139, 249, 249	Ziegenhals, G.	244
Weber, L. .	175, 194, 232, 230,	Ziemann, A.	259
	233, 284	Zillmann, J.	146
Weber, R.	208	Zöller, T.	178
Wegmann, D.	138	Zölzer, U.	125, 121, 126
Wegner, M.	230	Zourub, M.	38
Wegner, T.	97	Zucchini, M.	147
Wehden, D.	171	Zukic, T.	143
Weith, W.	174		

DAGA '06 – Anmeldung zur Teilnahme ohne Vortrag

Für jede teilnehmende Person bitte jeweils ein Formular verwenden

Titel, Vorname, Name: _____

Anschrift: _____

Tagungsgebühr

Zutreffende Gruppe gemäß Tabelle auf Seite 23 wählen und hier ankreuzen:

Gruppe: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7

Früh-/Spätbucher: ☐ früh ☐ spät

Tagungsband zusätzlich gedruckt: ☐ (Aufpreis 50,- €)

Tagungsgebühr: _____ €

Zahlungsweise (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- ☐ Ich ermächtige die DEGA e.V., den von mir zu entrichtenden Beitrag zur DAGA '06 zu Lasten meines Kontos

Konto-Nummer: _____

bei: _____ Bankleitzahl: _____

mittels Lastschrift einzuziehen.

- ☐ Ich überweise den Beitrag auf das Konto der DEGA e.V.

Nr.: 108 372 01 **06**

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-Nummer: _____

Verfallsdatum: _____

Karteninhaber: _____

Datum und Unterschrift: _____

Senden Sie bitte das ausgefüllte Formular an

DEGA e.V., Geschäftsstelle

Voltastr. 5, Geb. 10-6

D-13355 Berlin

Fax: +49 (0)30 4606 94-70