



DAGA 2015

NÜRNBERG

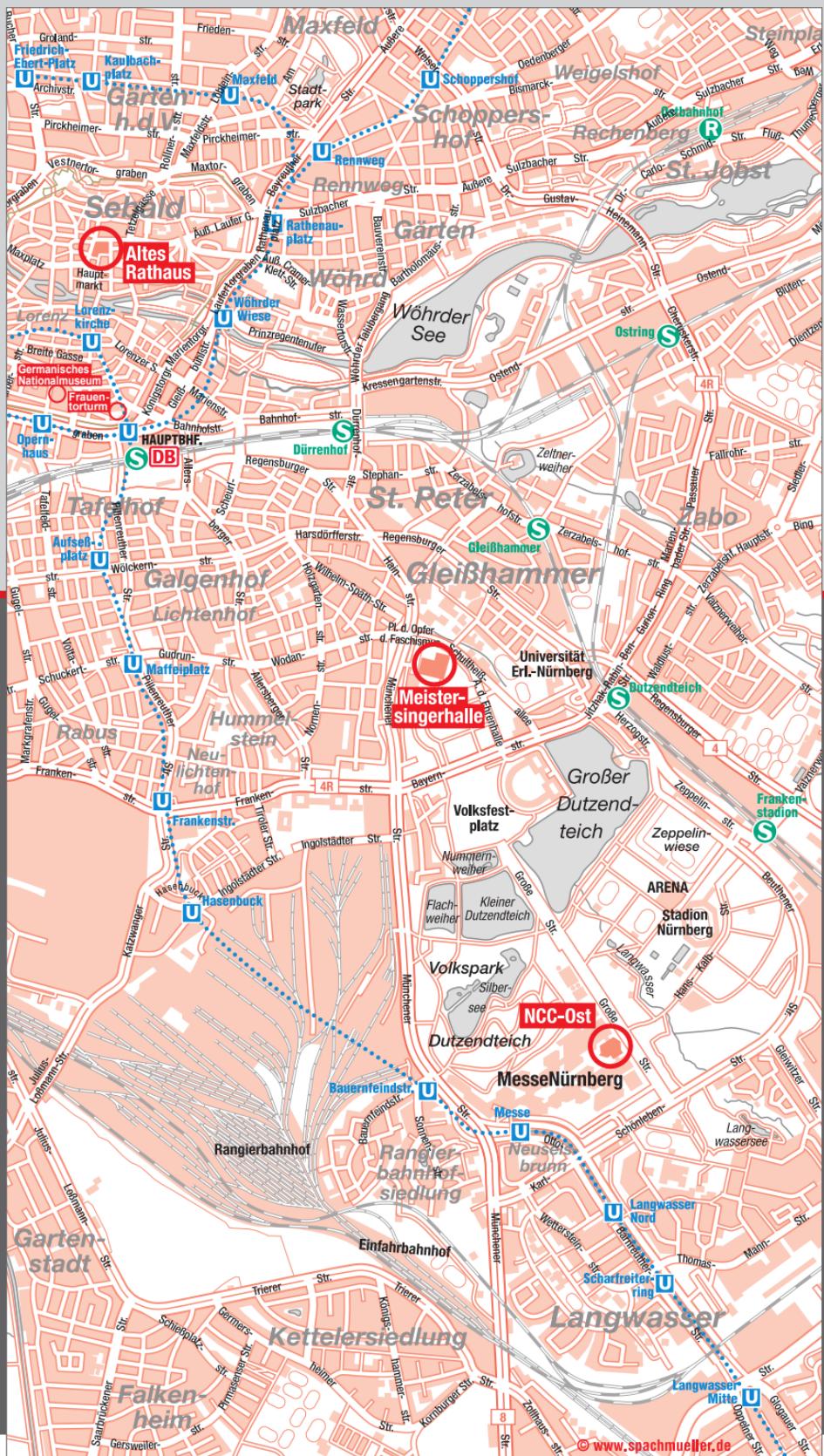
PROGRAMM

41. JAHRESTAGUNG
FÜR AKUSTIK

16. - 19. MÄRZ 2015



FAU FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG



Programmheft

DAGA 2015 – 41. Deutsche Jahrestagung für Akustik

Homepage: www.daga2015.de

E-Mail: [tagungen@dega-akustik.de](mailto>tagungen@dega-akustik.de)

Veranstalter:

- Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)
- Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Prozessmaschinen und Anlagentechnik

in Zusammenarbeit mit:

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- International Audio Laboratories Erlangen
- Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik, Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung
- Universitätsklinikum Erlangen, Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie und HNO-Klinik

unter Mitwirkung von:

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

Impressum:

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

- Geschäftsstelle -

Voltastraße 5, Gebäude 10-6

13355 Berlin

Telefon: +49 30 340 60 38-00

Fax: +49 30 340 60 38-10

Homepage: www.dega-akustik.de

E-Mail: dega@dega-akustik.de

Kontakt während der Tagung:

E-Mail: 2015@daga-tagung.de

Druck:

Druckhaus Galrev, Berlin

Inhaltsverzeichnis

Zeitpläne	6
Grußwort der Tagungsleitung	22
Hinweise zur Tagung	23
Preise der DEGA	39
Plenarvorträge	42
Vorkolloquien Montag	46
Akustische Sensorik / Sensortechnologie	46
Audiocodierung und Qualitätsbeurteilung	51
Numerische Strömungsakustik	56
Fachvorträge und Poster Dienstag	61
Schallschutz im Wohnungsbau I	61
Raumakustik I	67
Raumakustik (Poster)	72
Numerische Akustik I	73
Lärmschutzpolitik - quo vadis? I	79
Psychoakustik I	84
Psychoakustik (Poster)	90
Messtechnik I	93
Messtechnik (Poster)	98
Strömungsakustik I	100
Virtuelle Akustik und Binauraltechnik I	106
Virtuelle Akustik und Binauraltechnik (Poster)	111
Functional impact of speech degradations	114
Functional impact of speech degradations (Poster)	119
Sprache im KFZ	120
Lärmentstehung und -ausbreitung I	125
Elektroakustik I	132
Fahrzeugakustik I	137
Fachvorträge und Poster Mittwoch	144
Schallschutz im Wohnungsbau II	144
Bauakustik I	148
Raumakustik II	153
Psychoakustik III	157
Numerische Akustik II	163
Numerische Akustik III	167
Numerische Akustik (Poster)	172
Lärmschutzpolitik - quo vadis? II	174
Lärmschutzpolitik - quo vadis? III	177

Infraschall	179
Sprachverarbeitung I	181
Sprachverarbeitung (Poster)	184
Fahrzeugakustik II	186
Akustik von Windturbinen I	191
Akustik von Windturbinen (Poster)	194
Akustik von Windturbinen II	194
Lärmwirkung	199
Strömungsakustik II	202
Virtuelle Akustik und Binauraltechnik II	207
Virtuelle Akustik und Binauraltechnik III	211
Hydroakustik I	217
Hydroakustik (Poster)	220
Hydroakustik II	221
Bioakustik	225
Lehre und Historie der Akustik	226
Lehre und Historie der Akustik (Poster)	230
Sprachverarbeitung II	231
Lärmentstehung und -ausbreitung II	236
Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)	239
Musikinstrumente - relevante akustische Merkmale	242
Musikinstrumente - relevante akustische Merkmale (Poster)	246
Elektroakustik II	247
Elektroakustik (Poster)	249
Prozesstechnik und Kavitation	250
Ultraschallfeldcharakterisierung I	254
Psychoakustik II	255
Messtechnik II	259
 Fachvorträge und Poster Donnerstag	265
Bauakustik II	265
Bauakustik (Poster)	268
Bauakustik III	269
Psychoakustik IV	273
Psychoakustik V	276
Ultraschall	278
Ultraschallfeldcharakterisierung II	282
Lärmschutzpolitik - quo vadis? IV	286
Geräuschbeurteilung	290
Fahrzeugakustik III	293
Fahrzeugakustik (Poster)	296
Fahrzeugakustik IV	297
Lärm am Arbeitsplatz I	300

Lärm am Arbeitsplatz II	304
Musikalische Akustik	307
Musikalische Akustik (Poster)	310
Audiologische Akustik	311
Lärmschutz I	315
Lärmschutz II	318
Soundscape	319
Virtuelle Akustik und Binauraltechnik IV	321
Virtuelle Akustik	323
Uncertainty quantification in vibroacoustic problems	326
Aktive akustische Systeme	331
Signalverarbeitung	334
Signalverarbeitung (Poster)	337
Körperschall und Schwingungstechnik	340
Schallbelastung der Meere durch den Menschen I	343
Schallbelastung der Meere durch den Menschen II	346
Auditive Wahrnehmung und multimodale Interaktion I	348
Auditive Wahrnehmung und multimodale Interaktion (Poster)	352
Auditive Wahrnehmung und multimodale Interaktion II	353
Lagepläne	362
Anreise zur Messe Nürnberg, NCC Ost	362
Geländeplan der Messe Nürnberg	363
Gebäude- und Raumpläne	364
Wegbeschreibung zum alten Rathaus	367
Wegbeschreibung zur Meistersingerhalle	367
Wegbeschreibung zum Frauentorturm	368
Wegbeschreibung zum Germanischen Nationalmuseum	368
Verzeichnis der Autoren	369
Sitzungen während der Tagung	380
Anmeldeformular	381

Montag, 16. März 2015

	Vorkolloquium: Akustische Sensorik / Sensortechnologie
	Raum Kopenhagen (Ebene 2)
12:30	Reinhard Lerch: Begrüßung und Einführung
12:40	Gerhard M. Sessler: Prepolarized electroacoustic and vibrational sensors (46)
13:05	Lizhuo Chen: Light refractive tomography for noninvasive ultrasound measurement (46)
13:30	Aart Z. van Halteren: Microphone combinations for hearing aids with the most robust directionality (47)
13:55	Christoph Gabriel: Array Measurement Techniques to Separate Acoustic and Hydrodynamic Pressure Components in Air Flows (47)
14:20	Pause
14:45	Alfons Dehé: Double Backplate Silicon MEMS Microphone: Balancing High Performance! (48)
15:10	Daniel M. Warren: MEMS Microphones for Hearing Instruments (48)
15:35	Hans-Elias de Bree: Acoustic Sensors (49)
16:00	Ralph Simon: Driverless vehicle guidance by using bio-inspired sonar reflectors (50)

	Vorkolloquium: Audiocodierung und Qualitätsbeurteilung
	Raum Kiew (Ebene 2)
12:30	Jürgen Herre, Andreas Silzle: Begrüßung und Einführung
12:40	Simone Füg: An Introduction to MPEG-H 3D Audio (51)
13:05	Oliver Wübbolt: Efficient Coding of Higher-Order-Ambisonics-Based Spatial Audio Content (51)
13:30	Manfred Lutzky: Enhanced Voice Service (EVS) Codec (52)
13:55	Harald Fuchs: SAOC Dialogue Enhancement (52)
14:20	Pause
14:45	Thomas Sporer: Qualitätsbeurteilung von Audiosignalen – Vom Hörtest zum Messverfahren (53)
15:10	Frederik Nagel: Revision of Rec. ITU-R BS.1534 (53)
15:35	Jan Rennies: Experimentelle und modellbasierte Erfassung von Sprachverständlichkeit zur Bewertung von Audioqualität (54)
16:00	Alexander Raake: Audioqualitätsbeurteilung: Ein Fall für TWO!EARS (55)

	Vorkolloquium: Numerische Strömungskustik
	Raum Seoul (Ebene 3)
12:30	Andreas Hüppe, Stefan Müller: Begrüßung und Einführung
12:35	Hannes Frank: Numerische Untersuchung von aeroakustischen Rückkopplungseffekten mithilfe der direkten Aeroakustiksimulation (56)
13:00	Juan Jose Pena Fernandez: Noise radiated by the interaction between the shear layer, shock-wave and vortex ring in a starting free jet (57)
13:25	Stefan Zörner: Flow-structure interaction in human phonation and correct modelling of resulting aeroacoustic sources and acoustic propagation (57)
13:50	Pause
14:05	Roland Ewert: Strömungsgeräuschsimulation mit der FRPM Methode: Anwendung & Ausblick (58)
14:30	Jens Grabinger: Finite-Elemente-Simulation des strömungsinduzierten Lärms in einem Radialgebläse (58)
14:55	Jae Hun You: Numerische Untersuchung der aeroakustischen Charakteristik des gekapselten Hubschrauber-Heckrotors (59)
15:20	Pause
15:35	Marco Oswald: Aero-Vibro Acoustics for Wind Noise Application (60)
16:00	Johannes Kreuzinger: Validierung von Strömungsschallsimulation durch Vergleich mit Messungen (60)

15:30-17:00 „Young Professionals - Icebreaker“

(S. 32, Foyer vor Helsinki)

17:00 **DEGA-Mitgliederversammlung** (Seoul)

Dienstag, 17. März 2015

Tokio

9:00 Eröffnung und Preisverleihung

- Grußworte und Musik
- Verleihung der Helmholtz-Medaille an Prof. Dr. Lothar Gaul (S. 39)
- Verleihung der Rudolf-Martin-Ehrenurkunde des NALS
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises an
Dr. Bastian Epp und Dr. Andreas Hüppe
(S. 40, Plenarvorträge am Donnerstag um 11:00 Uhr und 11:45 Uhr)
- Verleihung der DEGA-Studienpreise an
M.Sc. Björn Fath und B.Sc. Henning Lohmann (siehe S. 41)

10:30 Kaffeepause

11:00 Plenarvortrag Lothar Gaul (Empfänger der Helmholtz-Medaille):
„Vibro-Acoustic Simulations of Ships by Coupled Fast BE-FE
Approaches“ (42)

11:45 Plenarvortrag Jürgen Herre: „Was kommt nach mp3?“ (42)

12:30 Produkt-Forum (32)

13:00 Mittagspause

	Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
	Schallsch. Wohnung I	Raum- akustik I	Numer. Akustik I	Lärmschutz- politik I	Psycho- akustik I	Mess- technik I
14:00	Schneider: Anforderun- gen Schall- schutz (61)	Lachenmayr: Abstands- wahrnehm. Konzert (67)	Peiffer: SEA Simulation Seitenwand (73)	Jäcker- Cüppers: Lärmschutz- politik Quo vadis (79)	Josupeit: Multitalker localization model (84)	Sarradj: Optimal microphone array (93)
14:20	Burkhart: DEGA- Memorandum (61)	Lorenz-K.: Binaur. Werte Konzerträume (67)	Waubke: Approximation von LSW (74)	Ritterstaedt: Vorschriften- vielfalt (79)	Wächtler: Sprachver- ständlichkeit im Film (85)	Fernandez C.: Localization AVS vs. Mic (94)
14:40	Hettler: Recht. u. DEGA- Empfehlung (62)	Witew: Repro- duzierbarkeit ASW (68)	Bartolomaeus: Diffraction- Edge (74)	Feldmann: Schutz vor Umgebungs- lärm (80)	Sutojo: Glimpsing vs. EC-Ver- arbeit. (85)	Riehle: Microphone array meas. (94)
15:00	Wolf: DEGA- Empfehlung 103 (62)	Behrens: Plenarsaal Hanoi (68)	Opdam: Directive WRWes (75)	Pause	Töpken: Suitable reference sounds (86)	Versümer: Windschutz Messmikrofo- ne (95)
15:20	Meier: Maximaler Schallschutz (63)	Posterkurz- vorträge (10)	Dilba: Hierarchische Matrizen (75)	Pause	Posterkurz- vorträge (10)	Posterkurz- vorträge (10)

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Strömungs-akustik I	Virtuell/ Binaural I	Speech degrad.	Sprache im KFZ	Lärmausbreitung I	Elektro-akustik I	Fahrzeug-akustik I
14:00	Zenger: Akustik von Axialventilatoren (100)	Morgenstern: SMA/ SLA Joint Design (106)	Heeren: Dynamic Binaural Cues (114)	Niermann: Intelligibility enhancement (120)	Hirsch: Cmet aus Pegelstatistik (125)	Seiber: Carbon Nanotube Ltsp. (132)	Kropatschew: Tickern bei Sportw. (137)
14:20	Heinemann: Queranströmung Axialventil. (101)	Meng: Train sound sources (106)	Fernández G.: Phoneme Intellegib. (115)	Krini: Beamforming for Belt-Mic (120)	Kühner: Kaustiken Schallausbreitg. (126)	Starke: Integrierte Wandlerarrays (132)	Herold: Mic Array Motor Schallleist. (138)
14:40	Mumcu: Modenausbreitung in NDT (101)	Kreuzer: Robuste Mikrofonarrays (107)	Karbasi: Microscopic SI Prediction (115)	Skowronek: Private Telefonie (121)	Vogelsang: AzB vs. DOC 29 (126)	Klaus: Strahl.-widerst. Hörner (133)	Oetjen: Impulshaftigk.-Änderung (138)
15:00	Besserer: Kopplungsmechanismen (102)	Batke: Virt. akust. Szenen (107)	Scheidiger: Modeling Intelligibility (116)	Reimes: Listening Effort vs. Intellig. (121)	Thierbach: Fluglärm-berechn.-Softw. (127)	Pondrom: Elektret Energy Harvest. (134)	Grams: Schallort. an Motoren (139)
15:20	Junger: Aeroacoustic of Rotor Model (103)	Posterkurzvorträge (11)	Posterkurzvorträge (11)	Friedrich: Preferences in Hands-free (122)	Pause	Pause	Schrader: Motornaher Schäume (140)

Dienstag, 17. März 2015, 15:20 Uhr: Poster-Kurzvorträge (S. 28)

Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
	Raum-akustik			Psycho-akustik	Messtechnik
	Bleier: 3D-Hall für WFS-System (72)			Krump: Motorsägen (90)	Lindemann: Zerstörungsfreies Verfahren (98)
	Guski: Scattering object measurem. (72)			Kollenz: Adapt. Lautheitsmessg. (90)	Grebel: Schaumstoffe Kundt. Rohr (98)
	Haeussler: Raum in Raum (73)			Käsbach: ASW with hearing aids (91)	Steinmann: Füllstands-messung (99)
				Scholz: Audio-Vib.Syn-chroniz. (91)	Schaal: Analyse Struktur-intens. (100)
				Vencovsky: Prediction of level effect (92)	
				Behler: fMRI of Loudness (93)	

15:40 - 16:20 **Poster-Forum, Ebene 1**

Vorträge (Fortsetzung)

	Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
	Schallsch. Wohnung I	Raum-akustik I	Numer. Akustik I	Lärmschutz-politik I	Psycho-akustik I	Mess-technik I
16:20	Hilz: Schallschutz nicht normbar (64)	Leckschat: Neubau FH Düsseldorf (69)	Pause	Schreckenberg: Verkehr - Lärmwirkung (81)	Pause	Pause
16:40	Neubauer: COST Action TU0901 (64)	Eichinger: Raumakustik im Theaterzelt (69)	Marinova: Solution of Helmholtz equation (76)	Krahé: Richtlinien in Zukunft (81)	Sottek: Zeitvariante Lautheit (87)	Heß: Bewegung Messmikrofon (95)
17:00	Geyer: Vergleich Schallschutz (65)	Schira: Flexible Mem-branabsorber (70)	Mayer: Inversen-Reihen-entwicklung (76)	Fiebig: Psychoakustische Bewertung (82)	Schmidt: Lautheit von Musik (87)	Pomberger: Nahfeldtreue Schallleistung (96)
17:20	Häusler: Anforderungen in Österreich (65)	König: Raumakustik Sporthallen (70)	Stritzelberger: Fuzzy-EFEM Körperschall (77)	Engel: Spatial noise perception (83)	Rennies: Kindergarten noise (88)	Arendt: Ermittlung der Schallleistung (96)
17:40	Müllner: Schallschutz-anforderungen (66)	Sadra: Soundmanagem. Innenraum (71)	Klärner: FEM anisotrope Dämpfung (78)	Ziesak: Straßenlärm-Lösungen (83)	Schell-Ma-joor: Model. Sound Quality (88)	Schmelzer: Quellgröße Schallleistung (97)
18:00	Moll: VDI 4100:2012-10 (66)	Nocke: Überarbeitung DIN 18041 (71)	Caillet: State of art in PEM (78)	Beckenbauer: Lärmschutz Straßenbau (84)	Biberger: Audio Quality Model (89)	Walther: 3D-Schall-messung (97)

18:00 **Young Professionals Meeting (S. 32), Hongkong**

19:00 **Sektempfang im Alten Rathaus Nürnberg (Wegbeschreibung S. 367)**

Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Virtuell/ Binaural	Speech degrad.				
	Lösler: Ambisonic Array Filters (111)	Köster: Scales in Quality As- sessm. (119)				
	Rettberg: Beamform. and Radon Transf. (112)					
	Straube: Curved LSA Discretizati- on (112)					
	Keller: Schallpro- jektor (113)					
	Wefers: aixCAVE VR-System (113)					
	Fastl: Virtual Acoustics Lab (114)					

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Strömungs- akustik I	Virtuell/ Binaural I	Speech degrad.	Sprache im KFZ	Lärmaus- breitung I	Elektro- akustik I	Fahrzeug- akustik I
16:20	Pause	Pause	Pause	Pause	Männel: An- forderungen SPB-Mes- sung (128)	Behler: Mi- crospeaker Thermal Model (134)	Pause
16:40	Becher: Berechnung Kühlerlüfter (103)	Zotter: HOA microph. equalization (109)	Müller: HEQ and SyDOCC in ASR (117)	Lüke: Fahr- zeuginnen- raum-Simul. (122)	Fuchs: Anwendung Beamform- ing (128)	Klippel: Adaptive stabilization (135)	Becker: Akustik Turbolader (140)
17:00	Kurz: Immersed Bound. CFD CAA (104)	Wierstorf: Klangverfär- bung in WFS (109)	Hirsch: Ro- buste Dis- krim.-ana- lyse (117)	Müschi: ICC Testing System (123)	Keuchel: BEM-FEM- Koppl. Ufer- nähe (129)	Bellmann: Near Field Scanning (135)	Musser: Muffler with Flow (141)
17:20	Hurfar: Mikrofon- Schutzgitter (105)	Erbes: Evanescent Aliasing (110)	Schwarz: Real-Time Derereverb. (118)	Graf: SNR vs Human Perception (123)	Schmidt: Schießlärm- prognose (129)	Wöhle: Lautspr.- zeilen Nah- feld (136)	Arndt: Korrelation Getriebege- räusch (142)
17:40	Adachi: Droop-nose Wing CAA (105)	Schultz: RS vs. SFS (110)	Köster: Diagnosing Speech Qual. (118)	Schmidt: Modifik. Sprach- prod. (124)	Hammel- mann: LAF- max VDI 3745 (130)	Gilbert: Einsatz Mikrofonar- rays (136)	Moritz: Kör- perschall Wahrneh- mung (142)
18:00		Amengual Garí: WFS perc. Conc. Hall (111)	Arndt: Effects of scale order (119)	Serafimov: eCall Testing (125)	Zangers: Immission- Messung u. Progn. (131)	Perez: MIMO con- trol system (137)	

Mittwoch, 18. März 2015

	Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
	Schallsch. Wohnung II	Raum- akustik II	Numer. Akustik II	Lärmschutz- politik II	Sprachver- arbeitung I	Wind- turbinen I
08:40	Schäfers: DIN EN 12354-1 (144)	Fuchs: Breitbandabs. kleine Räume (153)	Herzog: Anti-Dröhn-Beläge FEM (163)	Klocksin: Bekämpfung Schienenlärm (174)	Niebuhr: Kiel Corpora (181)	Köhrl: Schallemissionsmess. WEAs (191)
09:00	Naumann: E DIN 4109 Genauigkeit (144)	Bork: Raummoden-dämpfer (154)	Huck: Berechnung E-Maschinen (164)	Weinandy: Schienerverkehrslärm (174)	Brodersen: Sprachaktivitätserkennung (182)	Schmiedel: Schallemission von WEA (191)
09:20	Wolff: Erhöhter Schallschutz (145)	Balint: Equivalent Volume (154)	Fath: Num. Analyse Körperschall (164)	Kirchhoff: Bahnlärm Forderungen (175)	Andrijaševic: Word influence RT estimate (182)	Kock: WEA Stand der Technik (192)
09:40	Maack: Änderungen E DIN 4109: 2013 (146)	Ottink: Finite surface method (155)	Tschesche: Klassifikation Schnellefelder (165)	Wessolowski: Bahnlärmmonitoring (175)	Schädler: Intelligibility predictions (183)	Andreisek: Attributbestimmung. Rotblatt (192)
10:00	Späh: Längsdämmung GKB-Wände (147)	Pfreundtner: SEA Progn. Nachhallzeit (155)	Moheit: Modellen Schallabstrahlung (165)	Fehndrich: Differenzierung laTP Emiss. (176)	Graf: Evaluation Text-To-Speech (183)	Neunaber: Geräuschentwicklung Profil (193)
10:20	Saß: Bauteilkatalog für Elemente (147)	Weigand: Schalteilchen-Beugung (156)	Henry: Pass-by Underwater Noise (166)	Lindmaier: Fluglärmkongingentierung (176)	Posterkurzvorträge (s. unten)	Posterkurzvorträge (s. unten)

10:20 Uhr: Poster-Kurzvorträge (S. 28)

Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
				Sprachver- arbeitung	Windturbinen
				Asmare: Reverberant-Robust ASR (184)	Küke: Tieffreq. Geräusche WEA (194)
				Kubiak: Speech enhancem. (184)	
				Grimm: Exp. Compressor (185)	

10:40 Kaffeepause

11:00 Tokio: **Plenarvortrag Manfred Kaltenbacher: „Strömung-Struktur-Akustik-Interaktion: Modellierung und Simulation“** (43)11:45 Tokio: **Plenarvortrag Dominic von Terzi: „Lärminderung in Windparks: Strategien und Technologien“** (43)12:30 Tokio: **Produktforum**

13:00 Mittagspause

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Lärmwirkung	Virtuell/Binaural II	Hydro-akustik I	Lehre/Historie	Lärmausbreitung II	Elektro-akustik II	Psycho-akustik II
08:40		Richter: Fast HRTF measurement (207)	Schmidtke: Zielmaß Testkörper (217)	Hoffmann: Kymograph (226)	Müller: Umsetzg. CNOSSOS-EU (236)		Grosse: Quellbreite subj. (255)
09:00	Klatte: Kinder der Fluglärmwirk. (199)	Werner: Distribution Quadrant Error (208)	Schäfer: Rückstreuverhalten (218)	Schneider: Geschichtete Mikrophon (227)	Krimm: Hochhausfassaden (236)	Sukalo: Invertierende Gegenkoppl. (247)	Verhey: Inhärente Rauigkeit (256)
09:20	Windelberg: Aufwach-wahrsch. (200)	Rasumow: Binaurale Reprodukt. (208)	Burgschw.: Strukturanal. Raytrac. (218)	Költzsch: Russische Aeroakustik (227)	Hoislbauer: Fernfeldmessungen (237)	Weitnauer: Fernsehton Hörgeruschd. (247)	Oetjen: Rauigkeitsmodellierung (257)
09:40	Siegmann: Risiko im Krankenhaus (201)	Klockgether: Spat. impression (219)	Gaul: F-S-Interaction (219)	Loenicker: MPEG-Audiokodierer (228)	Chudalla: Streukörp. Lärmsch.-wand (237)	Seidler: Höranlagen vertik. (248)	Volk: Hörmodell Tonhaltigkeit (257)
10:00	Notbohm: Lärm im Krankenhaus (201)	Stade: Mixing time Auralis. (210)	Galka: Körper- u. Wasserschall (219)	Ring: Lehre Weiterbildung (229)	Conter: REFLEX - Lärmsch. wand (238)	Willuweit: Distributed Mic. Arrays (248)	Hots: Ge-mess. Ton-zuschläge (258)
10:20	Late Poster Kurz-vorträge	Fallahi: Fast HRTF Simulation (210)	Posterkurzvorträge (s. unten)	Posterkurzvorträge (s. unten)	Posterkurzvorträge (s. unten)	Posterkurzvorträge (s. unten)	Bodendorfer: Bestätigungssign. (258)

Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
		Hydro-akustik	Lehre/Historie	Lärmausbreitung	Elektro-akustik	
		Lemke: Adjoint Source Assimil. (220)	Kob: Erfahrungen Tele-Teaching (230)	Koch: Hört man 8 Hz? (239)	Merchel: freeDSP – DIY Audio-proz. (249)	
			Zakharchuk: Stroh-violin (230)	Maly: Bahnlärm subj. (239)		
				Ross: Lebensalter (240)		
				Niepenberg: ANR für Trafo (241)		
				Krump: Trinklokale (241)		

Mittwoch, 18. März 2015 (Fortsetzung)

Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
Bauakustik I	Psycho-akustik III	Numer. Akustik III	Lärmschutz-politik III	Fahrzeug-akustik II	Wind-turbinen II
14:00 Liegl: Schallschutz und Lüftung (148)	Feldmann: Psychoakustik Ventilator (157)	Retka: Dämpfungsgrade u. Freq. (167)	Breidenbach: Lärminder. Luftverkehr (177)	Hohls: Klimatisierungsakustik (186)	Gerhard: Reduktion Hinterkantenschall (194)
14:20 Seidel: Längsdämmung Ständerwände (148)	Fastl: Klänge einer Turmuhr (157)	Fender: Optim. Dämpfungsbeläge (167)	Carius: Gesetzlicher Fluglärm-schutz (177)	Hebestreit: Regengeräusch (186)	Suryadi: Surface press. fluctuation (195)
14:40 Wehmeyer: Berechnungen nach DIN 4109 (149)	Krump: Elektrogeräte (158)	Cassereau: Elliptic scatterer comput. (168)	Beckert: TA Lärm (178)	Winter: Aeroakustik Heckklappenspalt (187)	Brand: Windenergie-anlagenschall (196)
15:00 Westphal: Sanierung Holzbalkendecken (149)	Duvigneau: Bewertung Motorge- rausch (158)	Piscoya: Schallfeld Ultraschall-Reaktor (168)	Heinecke-Schmitt: Sport- u. Freizeitlärm (178)	Ginn: Windtunnel beamform. on cars (187)	Wellenberg: Aeroacoustic design tool (196)
15:20 Schöpfer: Körperschall Leichtbau (150)	Anzenbacher: Der Klang der Marken (159)	Posterkurzvorträge (s. unten)	Derr: Luftwärmepumpen (179)	Pause	Pause

15:20 Uhr: Poster-Kurzvorträge (nähere Informationen: S. 28)

Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
		Numer. Akustik			
		Steuck: Ultraschall in Fluidströmng. (172)			
		Ehrlich: Wavefront Tracing (172)			
		Merkel: Hochfrequente Resonatoren (173)			
		Bschorr: Anistropes Festkörper (173)			

15:40 **Poster-Forum**, siehe S. 28, Ebene 1

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Ström.- akustik II	Virtuell/ Binaur. III	Hydro- akustik II	Sprachver- arbeitung II	Musik- instrum.	Prozesst./ Kavitation	Mess- technik II
14:00	Michels: Umströ- mungslärm- quell. (202)	Majdak: Hörerspez. Lokalis. (211)	Abshagen: Strömung im Meer (221)	Birk: Ein- fluss Ta- schenfal- ten (231)	Siddiq: Timbre Spaces (242)	Koch: Numerical Cavitation (250)	Epe: Kamera Infraschall (259)
14:20	Schröder: Untersuch. OpenFOAM CAA (203)	Lins: HRTF PZ Darstel- lung (212)	Stiller: Taucherde- tektion (221)	Lykartsis: Rhythm Features LID (232)	Angster: Glocken- spiel (243)	Söhnholz: Bubble heat trans- port (250)	Bethke: Raumquali- fikation (260)
14:40	Witkowski: CAA of Confined Flows (203)	Fuß: Fast HRTF measure- ment (212)	Wiedmann: Parametric Array Direc- tivity (222)	Zaar: Correlates of consonto- nants (232)	Marashi: Flow-Ac. Interacti- ons (243)	Eisener: Acoustic streaming jets (251)	Völtl: Ver- lustfakto- ren Holz- decke (260)
15:00	Blanchet: HPC BEM and Wind Noise (204)	Brinkmann: Cross-valid. HRTFs (213)	Fricke: JA- NUS Ana- loge Spra- che (222)	Grimm: Phase Reference MWF (233)	Kuang: Sound Rad. Pattern (244)	Kristkeitz: Cavitating Water Jet (251)	Schulze: Schall- dämpfer Prüf. (261)
15:20	Pause	Ziegelwan- ger: HRTFs TOA-Model. (213)	Nissen: Multiband- Burst-Kom- munik. (223)	Pause	Posterkurz- vorträge (s. unten)	Pause	Metzger: Impedance measurerm. (261)

Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
				Musik- instrum.		
				Grothe: Pho- togramme- trie Klang- stab (246)		

Mittwoch, 18. März 2015 (Fortsetzung)

	Seoul Bauakustik I	Neu-Delhi Psycho-akustik III	Singapur Numer. Akustik III	Istanbul Infraschall	Kiew Fahrzeug-akustik II	Kopenhagen Wind-turbinen II
16:20	Pause	Pause	Pause	Kling: Nicht-hörbarer Lärm (179)	Dörr: Korr. Turbulenz/ Innengeräusch (188)	Weber: CAA-Simulation Kleinwind (197)
16:40	Mecking: Schallübertr. Bauteilstoß (150)	Pelzer: Auditory resolution test (160)	Tautz: Quelltermberechnung (169)	Kühler: Lautheit Infraschall (180)	Oswald: Aero-Vibro-Acoustics (188)	Daroczy: Acoustics of VAWTs (198)
17:00	Rabold: Stoßstellen-dämm-Maße (151)	Pfeiff: Evaluating a ML-method (160)	Hüppe: Interpolation Hybrid CAA (170)	Kameier: Darstellung Infraschall (180)	De Langhe: Improve Cabin Comfort (189)	Illig: Profil in turbul. Strömung (198)
17:20	Winter: Hybrider FEM/SEA Ansatz (152)	Ahrens: Spektr. Gewichtung ITD/ILD (161)	Henke: Isolierung akust. Wellen (170)		Robin: Multibody - acoustic synergy (189)	Rautmann: CAA Wind Turbine Airfoils (199)
17:40	Golota: CFD, FEM, BEM for HVAC (152)	Lübken: Verdeckungs-muster (162)	Springer: Einseitige Kopplung (171)		Krämer: Vergl. simulierte Vorbeifahrt (190)	
18:00		Völker: Intuitive MUSHRA Adaptat. (162)				

16:00 Krakau: **ALD-Mitgliederversammlung**, siehe S. 3219:00 **Geselliger Abend** in der Meistersingerhalle
(siehe S. 33, Wegbeschreibung siehe S. 367)

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Strömungs- akustik II	Virtuell/ Binaural III	Hydro- akustik II	Sprachver- arbeitung II	Musik- instrum.	Prozesst./ Kavitation	Mess- technik II
16:20	Hu: Riblets, pressure, vibration (204)	Hahn: Trans- latory head-move- ment (214)	Pause	Drefs: Ver- ständlichk.- verbess. (233)	Pause	Koch: Abtragswir- kung (252)	Pause
16:40	Jiao: Shear layer correction (205)	Bernhard: HRTF- Notch- In- terpol. (214)	Goetz: Protokoll GUWMA- NET (223)	Hauth: Mo- dell Sprach- verständl. (234)	Gloos: Forschung Orgelbau (244)	Lutz: Mehr- frequenter Stabschwin- ger (252)	Wiesner: Gasblasen- Parameter (262)
17:00	Münsterjoh- ann: rotier. Sys- tem (205)	Vázquez: Listening experim. SSR (215)	Claussen: Realtime System SO- NAR (224)	Schubotz: Binaurales Sprachver- stehen (235)	Kob: Mate- rialmessung Instrumente (245)	Hertz E.: Ultraschall- bäder (253)	Franz: Laut- spr. Akust. Zentrum (262)
17:20	Geyer: Schall Mikrogastur- bine (206)	Winter: HRTF Ex- trapolation LWFS (215)	De Obaldia: Spermwhale quantity (224)	Möller: DAGA-App (235)	Ziegenhals: Bodenein- fluss (245)	Seibold: Anwendung DIN SPEC 40170 (253)	Breza: Sound pow- er factors (263)
			Bioakustik			Ultraschall- feldch. I	
17:40	Brick: Helmholtz- Resonatoren (206)	Wefers: Be- wegungs- prädiktion (216)	Volz: Was- terschall Tiergarten (225)			Rupitsch: Refraktom. Tomograph. (254)	Feneberg: Aufnahme- qual. Smart- phone (263)
18:00		Pelzer: Real-time room acous- tics (217)	Wijaya: Indonesian Tropical Ar- wana (225)			Jenderka: Ultraschall- felder Luft (255)	Thiemann: Multi-model HRTF Meas. (264)

Donnerstag, 19. März 2015

Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
Bauakustik II	Psycho-akustik IV	Ultraschall	Lärmschutz-politik IV	Fahrzeug-akustik III	Lärm am Arb.-platz I
08:20			Berger: Umgebungslärm-Richtlinie EU (286)		
08:40	Wittkopf: Optimierte Wohnraumlüftung (265)	Lamping: Resolvability in pitch (273)	Putz: Messung Strömungsprofile (278)	Hintzsche: Lärmaktionsplanung (286)	Schröder: Object Detection in Tires (293)
09:00	Bietz: Geher vs Ersatzquellen (265)	Eckey: F0 and formant compens. (273)	Hillenbrand: Piezoelektret-Sender (279)	Lehming: LAP Validier. Maßnahmen (287)	Philippen: Kritische Übertragungspfade (294)
09:20	Koehler: Subjekt. Trittschallminde rung (266)	Grzeschik: Spektrale Selektivität (274)	Rabe: Ultraschall Klebschichten (279)	Geiger: Umgebungs lärmrichtlinie (287)	Mohamady: Statistical analysis of TP (294)
09:40	Scheck: Podest Schwingungs-tiliger (267)	Bruemmer-stedt: Environm. sound percept. (274)	Prager: Ultraschallprüfung Platten (280)	Richard: Innenstädte Lärmschutz (288)	Kerber: Anpassung akt. Systeme (295)
10:00	Stange-Kölling: Richtl. Vergleichsmessg. (267)	Pausch: Binaural Sound Reproduction (275)	Kühnike: Schichtdi ckenbestim mung (281)	Eberle: Über greifender Lärmschutz (288)	Mändl: Lokalisierung Warnsignale (295)
10:20	Posterkurz-vorträge (s. unten)	Late Poster Kurzvorträge	Wolf: Ultraschallthermometrie (281)	Reichart: Gesamtlärm Beispiel A7 (289)	Wolff: Hearwig als Gehörschutz (303)

10:20 Uhr: Poster-Kurzvorträge (S. 28)

Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
Bauakustik				Fahrzeug-akustik	
Haltenorth: Straßenverkehr Max.-pegel (268)				Hoever: Texturvariation Rollsimulation (296)	
Beering: Gleitender Deckenanschluss (268)				Serraris: 3D sound visualization (297)	
Holstein: Energieeinsparung mit Akustik (269)					

10:40 Kaffeepause

11:00	Tokio:	Plenarvortrag Andreas Hüppe: „Einsatz von Finite-Elemente-Methoden für die Berechnung akustischer Felder“ (44)
11:45	Tokio:	Plenarvortrag Bastian Epp: „Die Akustik des Hörens aus Sicht der physiologischen Akustik“ (45)
12:30		Mittagspause

14:00-14:40 Ebene 1 **Poster-Forum**

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Musikal. Akustik	Lärm- schutz I	Virtuell/ Binaural IV	Uncertainty vibroac.	Signalver- arbeitung	Schallbel. der Meere I	Wahrnehm. Interakt. I
08:20				Langer: Vi- broakustik (326)			Haverkamp: Musik Be- wegung Truslit (348)
08:40	Mores: Auralized violin sound trends (307)	Jakob: Schallsch. Klimahüllen (315)	Aspöck: Auralization for hearing aids (321)	Becker: Effiziente Diskretisie- rung (327)	Müller-Tra- pet: Hemi- Sphär. Har- mon. (334)		Szycik: Sensor. Integration (349)
09:00	Driedger: HPR Zerlegung (307)	Arps: Stand 2.FlugLSV (315)	Kohnen: 3D Repr. non- ideal Envi- ronm. (321)	Youssef: Rotordyna- mic Prob- lems (328)	Bechtold: Tone Com- plex Track- ing (334)	Sychla: Schallmes- sung triad (343)	Mercel: Vi- broak. KFZ Audioliede- rg. (349)
09:20	Steger: Spielbewe- gung (308)	Langfeldt: Membran- Metamate- rial. (316)	Gomez: Distanz vor- ne-hinten virt. (322)	Geweth: Unsichere Geometrien (328)	Dittmar: Singing Voi- ce Detec- tion (335)	Görler: FI- NO3 Was- terschall- mess. (344)	Papadogi- anni: AVT Music Perc. Cl (350)
09:40	Martensen: Grammo- phon Ge- sang (308)	Wehr: Projekt OSILAWA (316)	Frank: Phantom Source Lo- caliz. (322)	Fiedler: SEA Metro noise re- duct. (329)	Ertl: Auto- mat. Ord- nungsana- lyse (335)	Kringelum: Industr. Mo- del. Learn- ings (344)	Egger: Pegeleffekt bei ITDs mit Cls (350)
10:00	Rohr: Mess. Raumimpul- santwort (309)	Möhler: Schienen- verkehrs- lärm (317)	Ahrens: Late Reverb (323)	Sepahvand: Kollokation- bas. Ana- lyse (329)	Bienerd: Elimination Störge- räusch (336)	Ehrlich:FEM PE Ramm- schallmodel (345)	Pöppel: Tin- nitusprojekt - Einblicke (351)
10:20	Posterkurz- vorträge (s. unten)	Wahl: SCHALL03 alt vs. neu (317)	Late Poster Kurzvor- träge	Kumar: UQ in Structural Dynamics (330)	Posterkurz- vorträge (s. unten)	Lippert: Un- sicherh. Rammssch.- progn. (345)	Posterkurz- vorträge (s. unten)

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag		Hongkong
	Musikal. Akustik				Signalverarbeitung		Wahrnehm. Interakt.
	Stenzel: Triangelfor- schung (310)				Roden: Sound localization DNNs (337)	Balke: Mu- sikaufnah- me-Identifi- k. (339)	Völk: Criti- cal-band formulae (352)
	Oehler: Lautheit in populärer Musik (310)				Nau: Beam- forming in sound fields (338)	Schröder: AED for kin- dergartens (339)	Krahé: Schwelle tieffr. Geräu- sche (352)
					Baldzer: Dereverbe- ration for AED (338)		König: Kör- perreaktion Hör- reize (353)

Donnerstag, 19. März 2015 (Fortsetzung)

	Seoul	Neu-Delhi	Singapur	Istanbul	Kiew	Kopenhagen
	Bau-akustik III	Psycho-akustik V	Ultraschall-feldch. II	Geräusch-beurteilg.	Fahrzeug-akustik IV	Lärm am Arb.-platz II
14:40	Weber: Akustik von Dichtstoffen (269)	Oberem: Age Effect Select. Attention (276)	Olfert: Schlierentechnik (282)	Nievelstein: Hörversuchsplattform für iOS (290)	Rick: Hybrid NVH Model I (297)	Hohmann: Gehörprävention Schweiz (304)
15:00	Ohler: Dämmung Rohrschellen (270)	Shabtai: Percept. Acoustic Radiat. (276)	Wilkens: HITU Membranhydophone (282)	Skoda: Ange-nehmheit Geräusche (290)	Wegerhoff: Hybrid NVH Model II (298)	Probst: Schalltechnische Planung (304)
15:20	Reinhold: Körperschallübertragung (271)	Menzer: Scrambled reflections (277)	Lenz: Schallfeld-messungen (283)	Gissel: Lästigkeit leiser Geräusche (291)	Klein: Hybrid NVH Model III (298)	Schlittmeier: Maskierung von Bürolärm (305)
15:40	Arnold: Übertragungsmaße Gebäude (271)	Haeussler: Binaural Decoloration (277)	Haufe: Fast laser sensor (284)	Grebel: Lärm von Kinderspielzeug (292)	Schirmacher: Integration ANC/ASD in IVI (299)	Liebl: Sound Masking im Büro (306)
16:00	Vogel: Körperschallprognose (272)		Wüst: Ultraschallmikroskopie (284)	Trimpop: Impulszuschlag Schießlärm (292)	Virnich: Flex Ray bei NVH-Messungen (299)	Bergström: Fluglärm an Schulen (306)
16:20			Zagar: Wärmewellen US-Mikroskop (285)	Heuer: Akustik von Staubsaugern (293)	Venghaus: Messung Track Decay Rate (300)	

16:45 Tokio: Abschlussveranstaltung mit Spezialitäten der Aachener DAGA 2016

	Oslo	Riga	Stockholm	Helsinki	Prag	Budapest	Hongkong
	Audiolog. Akustik	Lärm- schutz II	Virtuelle Akustik	Aktive Systeme	Körperschall	Schallbel. d. Meere II	Wahrnehm. Interakt. II
14:40	Epp: Kom- pression OAEs u. AEPs (311)	Vogelsang: Leitfaden Schießlärm- progn. (318)	Spors: Edges in WFS (323)	Kletschkow- ski: Druck- Druckgrad. (331)	Harmstorf: Trailerzu- standsüber- wach. (340)	Bohne: Bla- senschleier Modell. (346)	Schwendi- cke: Wahr- nehm. Gren- zen (353)
15:00	Sankowsky- Rothe: Feed- backpfad- Messg.(312)	Jäschke: Ruhige Gebiete	Pörsch- mann: Dyn. Binaural- synth. (324)	Höber: Stabilitäts- überwa- chung. (331)	Henke: Impedanz strukt. Ble- che (340)	Lohmann: Wirk. Bla- senschleier (347)	Rosenkranz: Wahrnehm.- merkmale GKS (354)
		Sound- scape					
15:20	Mfon: Hear. Aid Positioning ITD (312)	Stienen: Lärm interdisz. (319)	Klein: Quali- tät binaural. Headsets (325)	Papantoni: ASAC für optimierte Lauth. (332)	Nordborg: Nonlinear- ties wheel/ rail (341)	Heitmann: Studie SBC / BBC (347)	Nicht: Lärm in Kehrma- schen (355)
15:40	Weißgerber: Hörleis- tg. Senio- ren (313)	Origer: Rat- henauplatz (320)	Bomhardt: Geometrie- veränd. (325)	Hesse: ASAC ge- kopp. Sys- teme (333)	Adams: PM-Syn- chronmotor (342)		Cubick: distance perception (355)
16:00	Pazen: CI- Elektroden Restgehör (313)	Steffens: Experiene Sam- pling (320)	Hofmann: Wave-Do- main Trans- forms (326)	Neubauer: Akt. Minde- rung Wolf- ton (333)	Boonen: Dry friction vibr. damp. (342)		Widmann: Chronome- trie Kognit. (356)
16:20	Ciba: Self-Fitting Telefonie (314)				Wührl: PA6- Elastomer- compounds (343)		Marx: Vocoder- Entwicklg. (357)

Grußwort der Tagungsleitung

Die DAGA findet 2015 zum ersten Mal in Nürnberg statt. Nürnberg wurde im Jahre 1050 erstmals urkundlich erwähnt. Es folgt eine sehr traditionsreiche und wechselvolle Geschichte. Die Stadt war mit ihrer Kaiserburg immer wieder Aufenthaltsort deutscher Kaiser. Eine ihrer großen Blütezeiten erlebte die Stadt im Mittelalter. Sie galt als eines der bedeutendsten kulturellen Zentren der Renaissance. Die Kultur von Nürnberg ist eng mit dem Namen von Albrecht Dürer verbunden. In Anlehnung an eine seiner Arbeiten, dem „Dürer-Hasen“, wurde das Logo der Tagung gestaltet. Heute gehört Nürnberg als Zentrum der Metropolregion um die Städte Nürnberg, Erlangen und Fürth zu den wirtschaftsstärksten Räumen Deutschlands. Die Universität Erlangen-Nürnberg, welche der Veranstalter der Tagung ist, bildet dabei die größte Hochschuleinrichtung der insgesamt sechzehn Universitäten und Hochschulen der Region. Auf dem Gebiet der Akustik konnte mit der Entwicklung der mp3-Audiocodierung am Fraunhofer-Institut IIS in Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen-Nürnberg Weltruhm erlangt werden.

Drei Forschungsgebiete der Universität-Erlangen-Nürnberg und des Frauenhoferinstituts im Bereich der Akustik mit der Akustischen Sensorik, der Strömungskustik und der Audiocodierung bilden in diesem Jahr die Inhalte der Vorkolloquien. Die gesamte Tagung spiegelt auch diesmal das umfangreiche Spektrum der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Akustik wieder.

Wir freuen uns auf eine interessante und spannende DAGA-Tagung mit vielen neuen Erkenntnissen, Ideen sowie guten Diskussionen und laden Sie herzlich in die „Dürer-Stadt“ ein.

Stefan Becker
Tagungsleiter

Hinweise zur Tagung

Die
DAGA 2015 – 41. Deutsche Jahrestagung für Akustik
findet vom
16. bis 19. März 2015
in **Nürnberg** statt.

Veranstaltungsort

NürnbergMesse GmbH
NürnbergConvention Center / NCC Ost
Messegelände
90471 Nürnberg

(Anfahrt sowie Raumpläne siehe Seite 362)

Öffnungszeiten der Ausweisausgabe und des Tagungsbüros

- 16. März 2015: 11:30 - 17:00 Uhr
- 17. März 2015: 08:00 - 17:00 Uhr
- 18. März 2015: 08:00 - 17:00 Uhr
- 19. März 2015: 08:00 - 16:00 Uhr

Kontakt während der DAGA:

2015@daga-tagung.de (ausschließlich für dringliche Nachrichten / Fragen bezüglich der DAGA)

Veranstalter

- Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)
- Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg,
Lehrstuhl für Prozessmaschinen und Anlagentechnik

in Zusammenarbeit mit

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- International Audio Laboratories Erlangen
- Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik und Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung
- Universitätsklinikum Erlangen, Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie und HNO-Klinik

unter Mitwirkung von

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

Wissenschaftliche Tagungsleitung

- Stefan Becker

Wissenschaftlicher Beirat

- Stefan Becker
- Michael Döllinger
- Jürgen Herre
- Ulrich Hoppe
- Moni Islam
- Walter Kellermann
- Reinhard Lerch
- Hans Miehling
- Rudolf Rabenstein
- Eberhard Schlücker
- Andreas Silzle
- Ulrich Widmann

Organisationsteam

- Stefan Becker
- Martina Konein
- Reinhard Lerch
- Stefan Müller
- Teresa Samulewicz
- Ines Wischniewski

Kontakt

Frau Teresa Samulewicz

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

Voltastraße 5, Gebäude 10-6

13355 Berlin

Telefon: +49 30 340 60 38-03

Fax: +49 30 340 60 38-10

E-Mail: tagungen@dega-akustik.de

Fachgebiete

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

Vorkolloquien

Am Montag, den 16. März 2015, finden drei Vorkolloquien statt:

- **Akustische Sensorik / Sensortechnologie**
(Reinhard Lerch, Universität Erlangen-Nürnberg), siehe S. 46
- **Audiocodierung und Qualitätsbeurteilung**
(Jürgen Herre, Audiolabs Erlangen, Andreas Silzle, Fraunhofer IIS),
siehe S. 51
- **Numerische Strömungsakustik**
(Andreas Hüppe, TU Wien, Stefan Müller, Universität Erlangen-Nürnberg), siehe S. 56

Eröffnung

Die Eröffnung der DAGA 2015 beginnt am Dienstag, den 17. März 2015, um 9:00 Uhr in Saal Tokio und umfasst Grußworte und Musik. Es folgen die Preisverleihungen; hierzu finden Sie auf den Seiten 39-40 und auf Seite 8 ausführliche Informationen.

Plenarvorträge

Im Rahmen der DAGA 2015 finden sechs Übersichtsvorträge zu aktuellen Themen der Akustik statt:

- Lothar Gaul (Empfänger der Helmholtz-Medaille):
„Vibro-Acoustic Simulations of Ships by Coupled Fast BE-FE Approaches“ (S. 42)
- Andreas Hüppe (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises):
„Einsatz von Finite-Elemente-Methoden für die Berechnung akustischer Felder“ (S. 44)
- Bastian Epp (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises):
„Die Akustik des Hörens aus Sicht der physiologischen Akustik“ (S. 45)
- Jürgen Herre: „Was kommt nach mp3?“ (S. 42)
- Manfred Kaltenbacher: „Strömung-Struktur-Akustik-Interaktion: Modellierung und Simulation“ (S. 43)
- Dominic von Terzi:
„Lärminderung in Windparks: Strategien und Technologien“ (S. 43)

Strukturierte Sitzungen

- Akustik von Windturbinen
(Stefan Becker, Manfred Kaltenbacher), S. 191 und S. 194
- Auditiv Wahrnehmung und multimodale Interaktion
(Ercan Altinsoy), S. 348 und S. 353

- Functional impact of speech degradations
(Martin Heckmann, Dorothea Kolossa, Sebastian Möller, Alexander Raake), S. 114
- Hydroakustik: Quellenidentifikation, Schallausbreitung, Kommunikation (Jan Abshagen, Ingo Schäfer), S. 217 und S. 221
- Lärm am Arbeitsplatz (Sandra Dantscher), S. 300 und S. 304
- Lärmschutzpolitik - quo vadis?
(Michael Jäcker-Cüppers, Thomas Beckenbauer, Bernd Lehming), S. 79, S. 174, S. 177 und S. 286
- Lehre und Historie der Akustik
(Peter Köttsch, Jesko Verhey), S. 226
- Musikinstrumente - relevante akustische Merkmale
(Gunter Ziegenhals), S. 242
- Prozesstechnik und Kavitation
(Thomas Dreyer, Reinhard Sobotta), S. 250
- Schallbelastung der Meere durch den Menschen
(Stephan Lippert, Tanja Grießmann), S. 343 und S. 346
- Schallschutz im Wohnungsbau: Anforderungsgrößen - Schallschutzklassen - Schallschutz im eigenen Wohnbereich (Martin Schneider), S. 61 und S. 144
- Sprache im Kfz (Hans Wilhelm Gierlich, Gerhard Schmidt), S. 120
- Ultraschallfeldcharakterisierung
(Stefan Rupitsch), S. 254 und S. 282
- Uncertainty quantification in vibroacoustic problems
(Kheirollah Sepahvand), S. 326
- Virtuelle Akustik und Binauraltechnik
(Janina Fels, Sascha Spors, Stefan Weinzierl), S. 106, S. 207, S. 211 und S. 321

Die App (iOS / Android) zur DAGA

Das finale und aktualisierte DAGA-Programmheft im Smartphone-Format: Mithilfe der DAGA-App können Sie sich Ihr persönliches DAGA-Programm gestalten, einzelne Vorträge in Ihren Smartphone-Kalender eintragen, Abstracts lesen und herunterladen, nach Themen und Autoren suchen sowie den Lage- und Raumplan abrufen. Die Applikation „DAGA 2015“ steht Ihnen ab Anfang März 2015 im AppStore bzw. in Google Play kostenlos zum Download bereit.

Online-Tagungsplaner

Ab etwa Ende Januar 2015 wird auf der DAGA-Webseite

www.daga2015.de

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

Mündliche Vorträge

Der Stundenplan des Hauptteils der Tagung richtet sich streng nach folgendem 20-Minuten-Raster:

- **15 min** Vortrag,
- **4 min** Diskussion und
- **1 min** Pause (Gelegenheit zum Wechsel des Vortragssaals).

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

Hinweis für Teilnehmer: Während der Vorträge ist das **Abfotografieren oder Abfilmen** der Vortragsfolien nicht gestattet.

Medien

Für die mündliche Präsentation stehen in jedem Konferenzraum ein Laptop (mit aktuellen Versionen von Microsoft Windows, Microsoft PowerPoint und Adobe Reader), ein Beamer (Seitenverhältnis 16:9 und 4:3 darstellbar) und eine tontechnische Anlage zur Verfügung. Das Abspielen von Audio-Beispielen im Rahmen eines Vortrags ist in jedem Hörsaal mit guter Monoqualität möglich. Alles, was darüber hinaus an Technik benötigt wird, sollte bis spätestens 28. Februar 2015 per E-Mail an [tagungen@dega-akustik.de](mailto>tagungen@dega-akustik.de) angemeldet werden.

Neu! Zentrale Medienannahme

Vortragende werden gebeten, ihre Präsentation auf CD-ROM oder USB-Stick spätestens 30 Minuten vor Beginn der Vortragssitzung in der zentralen Medienannahme (Ebene 3, S. 366) aufzuspielen.

Es wird KEINE Möglichkeit geben, die Präsentation direkt im Vortragssaum aufzuspielen.

Die Präsentation ist in Form einer einzelnen Datei (ppt/pdf) abzugeben. Fachpersonal steht zur Unterstützung bereit.

In der Medienannahme können die Präsentationen auf korrekte Darstellung und Kompatibilität mit der installierten PowerPoint-Version geprüft werden.

Es sollten möglichst keine eigenen Laptops benutzt werden.

Es ist darauf zu achten, dass die verwendeten Speichermedien virenfrei sind. Vireninfizierte Medien können nicht angenommen werden.

Ab März 2015 wird es außerdem die Möglichkeit geben, die Präsentation vorab hochzuladen, um zeitliche Engpässe vor Ort und den möglichen Verlust von Speichermedien zu vermeiden. Nähere Informationen dazu erhalten die Autoren vorab per E-Mail.

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 oder dem USB-Stick zu speichern.

Poster

Die Poster werden zentral in einer Posterausstellung auf Ebene 1 (siehe S. 364) präsentiert. Die Posterausstellung hat als Diskussionsforum während der Tagung einen hohen Stellenwert. Daher gibt es auch zur DAGA 2015 für alle Posterautor(inn)en die Möglichkeit, das Poster in Form eines **zweiminütigen Kurzvortrags** innerhalb der thematisch passenden Sitzung zu präsentieren.

Die Poster sind in der tabellarischen Übersicht am Dienstag (siehe S. 10-11), Mittwoch (siehe S. 12-13 und S. 14-15) sowie am Donnerstag (siehe S. 18-19) zu der entsprechenden Zeit des Kurzvortrages integriert.

Im Anschluss an die Sitzung wird die Möglichkeit zur intensiven Diskussion an den Postern geboten.

Darüber hinaus werden die Autoren gebeten, an folgenden Terminen für Fragen und Diskussionen bei ihren Postern zur Verfügung zu stehen:

Dienstag (17.03.2015), 15:40 – 16:20 Uhr (S. 10-11)

Mittwoch (18.03.2015), 15:40 – 16:20 Uhr (S. 12-13 u. S. 14-15)

Donnerstag (19.03.2015), 14:00 – 14:40 Uhr (S. 18-19)

Alle Teilnehmer der Tagung sind eingeladen, dieses Forum zu nutzen und mit den Autoren über ihre Arbeiten zu diskutieren.

Wir bitten die Autoren, ihre Poster am jeweiligen Tag, an dem auch Ihr Poster-Kurzvortrag eingeplant ist, bis 9:00 Uhr aufzuhängen und spätestens um 19:00 Uhr abzuhängen. Poster, die nach 19:00 Uhr noch hängen, werden entsorgt.

Im Tagungsband wird einer Poster-Präsentation der gleiche Umfang eingeräumt wie einem mündlichen Beitrag. Das Format der Poster ist DIN-A0 hochkant (B x H = 84,1 cm x 118,9 cm). In der weiteren Gestaltung sind die Autoren frei. Stellwände und Klebematerial zum Anbringen der Poster werden gestellt.

Posterpreis

Auch bei der diesjährigen DAGA-Tagung wird es wieder eine Auszeichnung der besten Poster geben. Abweichend vom letzten Jahr erfolgt die Bewertung diesmal durch eine Jury, und die Bekanntgabe der Preisträger(innen) ist bereits für den geselligen Abend am Mittwoch vorgesehen.

Für einen ausreichenden zeitlichen Vorlauf werden alle interessierten Poster-Autor(inn)en gebeten, ihr Poster in Form einer PDF-Datei bis spätestens **Montag, den 09.03.2015 per E-Mail an die DEGA-Geschäftsstelle** zu senden (dega@dega-akustik.de).

Voraussetzung ist, dass das Poster während der DAGA-Tagung auch tatsächlich präsentiert wird.

Late Poster

Die Frist zur Anmeldung eines mündlichen Vortrags ist bereits am 1. November 2014 abgelaufen. Es besteht aber die Möglichkeit, bis zum 15. Februar 2015 ein „Late Poster“ anzumelden. Dies beinhaltet – wie für Vorträge und Poster auch – einen vierseitigen Beitrag im Tagungsband. Die Anmeldung erfolgt online unter www.daga2015.de → „Autoren“

Abgabe der Manuskripte

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

www.daga2015.de

bis **spätestens zum 31. März 2015** abzugeben. Verspätet abgegebene Beiträge können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden.

Die Länge, das Seitenformat und die zu verwendenden Schriftformate sollen im Tagungsband einheitlich sein und sind somit vorgegeben. Die Länge des Tagungsbeitrages ist auf vier DIN-A4-Seiten begrenzt, die jeweils zweispaltig beschrieben werden. Vorlagen für Word und L^AT_EX stehen auf der Webseite www.daga2015.de unter „Autoren → Hinweise Manuskript“ zur Verfügung. Für Benutzer von Microsoft Word und L^AT_EX können die entsprechenden Dateien direkt als Vorlage genutzt werden. Bei der Nutzung anderer Textverarbeitungsprogramme sind die Formate entsprechend zu übernehmen. Der Tagungsbeitrag kann als Word- oder direkt als PDF-Datei eingereicht werden. Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM im Sommer 2015 an die Tagungsteilnehmer versendet. Eine CD pro Tagungsteilnehmer ist in der Tagungsgebühr enthalten.

Unterstützer und Sponsoren

Die Organisatoren möchten sich ganz herzlich bei folgenden Unternehmen für die großzügige Unterstützung in Form von Sach- und Geldspenden bedanken:

- **Silber-Sponsoren:**

- BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg



- Müller BBM, Planegg bei München



- **Bronze-Sponsoren:**

- G.R.A.S.-Tippkemper GmbH & Co. KG, Oelde-Stromberg



- HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath



- Norsonic-Tippkemper GmbH, Oelde-Stromberg



Tagungsbegleitende Ausstellung

Der wissenschaftliche Teil der Tagung wird von einer Firmenausstellung begleitet. Diese bietet ein Forum für Kontakte und den Informationsaustausch zwischen Theorie und Praxis. Sie findet vom 17. bis zum 19. März 2015 auf den Ebenen 1 bis 3 (siehe S. 364-366) statt.

Wenn Sie als Firma an der Firmenausstellung teilnehmen möchten, finden Sie nähere Informationen, Lagepläne und das Anmeldeformular unter www.daga2015.de → „Ausstellung“

Ihre Standanmeldung senden Sie bitte bis Ende Januar 2015 an Teresa Samulewicz (Fax: 030/340 60 38 10, Email: [tagungen@dega-akustik.de](mailto>tagungen@dega-akustik.de)).

Bis zum 05. Januar 2015 haben sich folgende Firmen zur tagungsbegleitenden Ausstellung angemeldet:

- Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH
- ANSYS Germany GmbH
- BASWA acoustic AG
- BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH
- CAE Software & Systems GmbH
- Carcoustics Shared Services
- DataKustik GmbH
- ESI Engineering System International GmbH
- Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT
- Free Field Technologies
- G.R.A.S. Tippkemper GmbH & Co. KG
- Gerriets GmbH
- gfa! tech GmbH
- HEAD acoustics GmbH
- IAC GmbH – Industrial Acoustics Company GmbH
- Kistler Instrumente GmbH
- KlippeL GmbH
- LTT Labortechnik Tasler GmbH
- Microflown Technologies BV
- Microtech Gefell GmbH
- Müller-BBM GmbH
- Müller-BBM VibroAkustik-Systeme GmbH
- Norsonic-Tippkemper GmbH
- Novicos GmbH
- NUMECA Ingenieurbüro
- Odeon A/S
- P+Z Engineering GmbH
- Polytec GmbH
- Schalltechnik Süd & Nord GmbH
- SIMetris GmbH
- SINUS Messtechnik GmbH
- SoundPLAN GmbH
- Soundtec GmbH
- SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden
- Stapelfeldt Ing. GmbH
- SVANTEK Deutschland GmbH
- Synotech Sensor und Meßtechnik GmbH
- Synthax GmbH
- Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG
- XARION Laser Acoustics GmbH
- Ziegler-Instruments GmbH

Produkt-Forum

Das Produkt-Forum findet am Dienstag, 17.03.2015, sowie Mittwoch, 18.03.2015, von 12:30 bis 13:00 Uhr im Anschluss an den Plenarvortrag im Saal Tokio statt.

In einer jeweils zweiminütigen Präsentation haben Vertreter der tagungsbegleitenden Ausstellung die Möglichkeit, auf ihre Produkte hinzuweisen. Wenn Sie als Aussteller Interesse haben, am Produkt-Forum teilzunehmen, melden Sie sich bitte bis Freitag, den 20. Februar 2015, mit Angabe des Sprechers (Vor- und Nachname) per E-Mail an [tagungen@dega-akustik.de](mailto>tagungen@dega-akustik.de) bei der Tagungsorganisation an.

Stellenanzeigen

Am Tagungsort dürfen Stellenanzeigen (A4-Format) nur am zentralen schwarzen Brett vor Saal Tokio ausgehängt werden, und zwar zu einer Nutzungsgebühr von 50,- € (für Hochschulen), 100,- € (für DEGA-Fördermitglieder) bzw. 150,- € (für Firmen und sonstige Institutionen), jeweils zzgl. MwSt.

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Montag, den 16. März 2015, findet um 17:00 Uhr die DEGA-Mitgliederversammlung im Raum Seoul (Ebene 3, siehe S. 366) statt. Die offizielle Einladung und die Tagesordnung werden den Mitgliedern der DEGA mit dem nächsten Sprachrohr zugeschickt und auch auf der DEGA-Webseite bekannt gegeben.

Fachausschuss- und Gremiensitzungen

Während der DAGA werden verschiedene Gremiensitzungen stattfinden, und zwar vorwiegend in der Mittagspause.

Für die Fachausschuss-Sitzungen der DEGA finden Sie Angaben zu Zeiten und Räumen auf Seite 380; die zugehörigen Einladungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr bekannt gegeben.

Mitgliederversammlung des ALD

Am Dienstag, den 17. März 2015, findet von 16:00 bis 18:30 Uhr die Mitgliederversammlung des Arbeitsrings Lärm der DEGA (ALD) im Raum Krakau (siehe S. 365) statt. Die Einladung mit Tagesordnung wird im nächsten DEGA-Sprachrohr veröffentlicht.

DEGA-Studierenden- und Promovierenden-Treffen

- Young Professionals Meeting:

Dienstag, den 17. März 2015, ab 18:00 Uhr in Raum Hongkong

Neben einer Vorstellung der Aktivitäten für Studierende in der DEGA und in der EAA bietet dieses Treffen eine ideale Plattform, um Kontakte im Hinblick auf die zukünftige universitäre oder berufliche Laufbahn zu knüpfen. Alle Studierenden, Promovierenden, jungen Akustiker und Vertreter von Hochschulen sowie aus der Wirtschaft sind herzlich eingeladen.

- Young Professionals – Icebreaker:
Montag, den 16. März 2015, 15:30 - 17:00 Uhr im Foyer vor dem Raum Helsinki (Ebene 2)
Beim „Young Professionals – Icebreaker“ bietet sich schon vor Beginn der eigentlichen Tagung die Möglichkeit eines gegenseitigen Kennenlernens. Alle jungen Akustiker und Akustikerinnen sind auch hierzu recht herzlich eingeladen.

Abendveranstaltungen

Im Rahmen der DAGA 2015 wird es zwei Abendveranstaltungen geben:

- *Dienstag, 17. März 2015, ab 19:00 Uhr:*
Sektempfang im Historischen Rathaussaal des Alten Rathauses (Wegbeschreibung siehe S. 367) auf Einladung des Oberbürgermeisters der Stadt Nürnberg.
Das Kartenkontinent ist begrenzt - Eintrittskarten erhalten Sie an der Ausweis- und Taschenausgabe.
- *Mittwoch, 18. März 2015, ab 19:00 Uhr:*
Geselliger Abend in der Meistersingerhalle (Wegbeschreibung siehe 367)
Neben der traditionellen DAGA-Jam-Session erwarten Sie weitere kulturelle Höhepunkte. Anmeldungen zur Jam-Session sowie technische Anforderungen dafür sind bitte bis spätestens 01. Februar 2015 mit dem Tagungsteam (tagungen@dega-akustik.de) abzustimmen.

Bitte bringen Sie zur Vorlage beim Einlass Ihren DAGA-Tagungsausweis mit!

Begleitprogramm

- *Dienstag, 17. März 2015, 17:00 - 19:00 Uhr:*
Auf den Spuren der Meistersinger und des Handwerks
- Stadtführung -
Mit seiner Oper „Die Meistersinger von Nürnberg“ setzte Richard Wagner dem Schuhmacher Hans Sachs und den Nürnberger Handwerkern ein musikalisches Denkmal. Auf den Spuren von Hans Sachs und seinen Meistersingern gewinnen Sie einen Einblick in das Alltagsleben, die Sitten und Gebräuche der Handwerker in Nürnberg vom 14. bis zum 16. Jahrhundert.

Treffpunkt: 17:00 Uhr am Frauentorturm am Handwerkerhof
(Anfahrt siehe S. 368)

Anmeldung: per E-Mail bis spätestens 04. März 2015 an tagungen@dega-akustik.de. Restplätze ab 16. März 2015 im Tagungsbüro (max. 25 Personen).

- *Mittwoch, 18. März 2015:*

Audi-Prüfstände und Audi-Windkanalzentrum

- Fachexkursion nach Ingolstadt -

Bei der Audi AG kümmern sich etwa 90 Ingenieure sowie 40 Techniker und Werkstattmitarbeiter darum, dass das NVH-Verhalten aller Baureihen dem Premium-Anspruch gerecht wird. Neben frühzeitiger Simulation und der Erprobung der Fahrzeuge in abgeschlossenen Prüfgeländen und auf „offener Straße“ weltweit, erfolgt ein Großteil der Entwicklungsarbeit auf Prüfständen unterschiedlichster Art am Standort Ingolstadt. Die Abteilung „Akustik Gesamtfahrzeug“ gewährt hier einen Einblick in das sogenannte „Physikum“ rund um Außengeräusch-, Hydropuls-, Akustik-Aggregateprüfstand und Rollgeräusch-Rolle und erläutert die Anwendung diverser Tools zur Analyse von Luft- und Körperschall im Gesamtfahrzeug. Der zweite Teil der Exkursion führt in das Audi Windkanalzentrum zum Aeroakustik Windkanal. Hier erhalten sie Einblick in die Aerodynamik- und Aeroakustik Entwicklung der Audi Modelle. Vorgestellt wird ihnen ein „High-Tech“ Prüfstand, sowie Methoden und akustische Messtechnik, um Premium Fahrzeuge hinsichtlich niedriger Windgeräusche zu optimieren.

Treffpunkt: 08:00 Uhr an der Shuttle-Bus-Station am U-Bahnhof Messe

Führungen: 09:30 - 12:30 Uhr, Rückankunft: ca. 14:15 Uhr

Anmeldung: erforderlich, ab 16. März 2015 am Tagungsbüro (max. 50 Personen).

Unkostenbeitrag: 15 Euro für die Busfahrt (Bezahlung ausschließlich in bar bis 17. März 2015 im Tagungsbüro).

- *Mittwoch, 18. März 2015, 10:00 - 11:30 Uhr:*

Von Krummhörnern zur Klavierharfe

- Führung durch die Musikinstrumentensammlung des Germanischen Nationalmuseums -

Kein Fest ohne Musik: In der Ausstellung historischer Musikinstrumente gibt es ungewöhnliche und kuriose Instrumente aus fünf Jahrhunderten zu bestaunen. Auf dem Weg begegnen wir auch der Dame mit dem Clavichord und Spazierstockinstrumenten. Die Sammlung Musikinstrumente am Germanischen Nationalmuseum gehört zu den bedeutendsten ihrer Art weltweit.

Treffpunkt: 10:00 Uhr vor dem Germanischen Nationalmuseum (Anfahrt siehe S. 368)

Anmeldung: per E-Mail bis spätestens 18. Februar 2015 an [tagungen@dega-akustik.de](mailto>tagungen@dega-akustik.de), Restplätze ab 16. März 2015 im Tagungsbüro (max. 40 Personen).

- *Donnerstag, 19. März 2015, 10:30 - 12:30 Uhr:*

Demo-Tour am Fraunhofer IIS in Erlangen

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS ist mit rund 200 Entwicklern im Bereich Audio und Multimedia das weltweit größte und erfolgreichste Entwicklungszentrum für Audiosignalverarbeitung und -codierung.

Die Demo-Tour am Fraunhofer IIS gibt Ihnen Einblicke in die neuesten Audio- und Multimediaentwicklungen. Sie führt Sie unter anderem in den Kinosaal, wo Sie digitales Kino in 3D erleben. Eine weitere Station ist das Referenz-Schallabor. Dieser Raum ist weltweit in Größe und Ausstattung einzigartig und ermöglicht es, neue Audiotechnologien, zum Beispiel 3D-Audio, für alle gängigen Lautsprechersysteme zu testen.

Das Fraunhofer IIS freut sich auf Ihren Besuch!

Treffpunkt: 10:00 Uhr am Tagungsbüro

Anmeldung: erforderlich, ab 16. März 2015 am Tagungsbüro
(max. 45 Personen).

Kinderbetreuung vor Ort während der DAGA

Im NCC Ost besteht prinzipiell die Möglichkeit einer Kinderbetreuung während der Vortragszeiten der DAGA. Bei Interesse melden Sie sich bitte spätestens bis zum 10. Februar 2015 bei Teresa Samulewicz ([tagungen@daga-akustik.de](mailto>tagungen@daga-akustik.de))

Anmeldung zur Teilnahme an der Tagung

Die Anmeldung zur Teilnahme soll vorzugsweise im Internet unter

www.daga2015.de (→ „Anmeldung“)

bis zum 10. März 2015 erfolgen.

Für die schriftliche Anmeldung als Teilnehmer können Sie das Anmeldeformular auf Seite 381 verwenden.

Nach dem 10. März 2015 ist nur noch die Anmeldung vor Ort im Tagungsbüro möglich.

Teilnahmegebühren

Klasse	Mitglieder ^(a)	studierend	Rentner ^(b)	€ früh ^(c)	€ spät ^(d)
1 ^(e)	nein	nein	nein	250,-	290,-
2	nein	nein	nein	230,-	270,-
3	ja	nein	nein	180,-	220,-
4	ja	nein	ja	75,-	100,-
5 ^(f)	nein	ja	nein	70,-	80,-
6	nein	ja	nein	60,-	70,-
7	ja	ja	nein	30,-	40,-

^(a): Mitglied in DEGA, VDI, DPG, ITG, VDT, EAA-Mitgliedsgesellschaft

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

^(c): bei Anmeldung bis einschließlich 31. Januar 2015

^(d): bei Anmeldung ab dem 1. Februar 2015

^(e): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme plus Neu-Mitgliedschaft in der DEGA im Jahr 2015

^(f): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme plus Neu-Mitgliedschaft als Studierende(r) in der DEGA im Jahr 2015

Das *Paketangebot* für Nicht-DEGA-Mitglieder umfasst neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklusive des Mitgliedsbeitrags für das Jahr 2015. Es ist aufgrund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. Nach Ablauf des Jahres 2015 verlängert sich die Mitgliedschaft automatisch; es gelten dann die regulären Mitgliedsbeiträge. Sollten Sie an einer weiterführenden Mitgliedschaft nicht interessiert sein, teilen Sie dies der DEGA-Geschäftsstelle bis spätestens vier Wochen vor Ablauf des Jahres schriftlich mit.

Zahlungsweise

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

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

Kontoinhaberin: DEGA e.V.

IBAN: DE23 2802 0050 1083 7201 00

BIC: OLBODEH2.

Tagungs-CD und Tagungsband

Die Manuskripte der Beiträge zur Tagung (Vorträge und Poster) werden wie üblich als CD-ROM veröffentlicht. Jeder registrierte Tagungsteilnehmer erhält diese CD im Sommer 2015. Eine gedruckte Version des Tagungsbandes wird nicht mehr angeboten.

Nachträgliche Bestellungen der CD-ROM sind möglich; der Preis beträgt dann für die CD 55,-€ (inkl. MwSt. und zzgl. Versand).

Hinweise zur Verpflegung

Während der Tagung gibt es wie gewohnt Getränke in den Kaffee pausen. Es besteht zudem die Möglichkeit, sich Speisen und Getränke in den Restaurants sowie den Snackbar im NCC Ost zu kaufen.

- Restaurants und Snackbar im NCC Ost -

Restaurant Vasco da Gama

Ebene 1

Mittagsbuffet zum Preis von 10,50 € bzw. 14,50 € je nach Tellergröße

Öffnungszeiten: 11:45-14:00 Uhr

Restaurant Marco Polo

Ebene 3

Mittagsbuffet zum Preis von 10,50 € bzw. 14,50 € je nach Tellergröße

Öffnungszeiten: 11:45-14:00 Uhr

Bäckerstand / Snackpoint

Ofenfrische Backwaren und Snacks ab 1,20 €

Öffnungszeiten: 10:30-16:30 Uhr

Curry Rider

Currywurst ab 4,10 €

Öffnungszeiten: 11:45-14:00 Uhr

Pizzeria

Pizza und Pasta ab 4,10 €

Öffnungszeiten: 11:45-15:00 Uhr

Bio Fastfood

Bio-Burger und Salate ab 4,50 €

Öffnungszeiten: 11:45-14:00 Uhr

Sandwicheria

Sandwiches, Ciabatta und Pizza-Ecken ab 2,05 €

Öffnungszeiten: 11:45-14:00 Uhr

Asia Snackpoint

Asiatische Gerichte ab 10,00 € , Obstsalat

Öffnungszeiten: 11:45-14:00 Uhr

Anreise

Ausführliche Informationen zur Anreise mit dem Pkw oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln erhalten Sie auf S. 362. Bitte beachten Sie, dass Ihr Tagungsausweis in diesem Jahr KEIN Fahrticket für den öffentlichen Nahverkehr beinhaltet.

Hotels und Tourismus

Alle wesentlichen Angaben zu Unterkünften und Hotels finden Sie auf der DAGA-Webseite www.daga2015.de unter dem Stichwort „Tagungs-ort“ → „Hotels und Tourismus“.

Dort können Sie direkt ein Hotelzimmer aus dem für die DAGA reservierten Zimmerkontingent buchen. Eine frühzeitige Reservierung wird empfohlen.

Darüber hinaus finden Sie auch über die Webseiten der Congress- und Tourismus-Zentrale Nürnberg (<http://tourismus.nuernberg.de/>) Informationen zu Übernachtungsmöglichkeiten in Nürnberg und Umgebung.

Stadtinformation

Einen kostenlosen Reiseführer können Sie sich unter folgender Webadresse herunterladen: <http://tourismus.nuernberg.de/informieren-planen/vor-der-reise/reisefuehrer.html>

Darüber hinaus kann ggf. auch die folgende Webseite nützlich sein:
<http://tourismus.nuernberg.de/>

Wichtige Termine zur DAGA 2015

- 31. Januar 2015: letzter Termin für die Anmeldung mit den günstigeren („frühen“) Teilnahmegebühren
- 09. März 2015: Einsendeschluss für Bewerbungen für die DAGA-Posterprämierung (siehe S. 29)
- 16. März 2015: Vorkolloquien, DEGA-Mitgliederversammlung
- 31. März 2015: letzter Termin zur Manuscript-Einreichung (siehe S. 29)
- Sommer 2015: Versand der Tagungs-CD-ROM

Preise der DEGA

Helmholtz-Medaille für Prof. Lothar Gaul

Die Helmholtz-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Akustik für das Jahr 2015 wird im Rahmen der DAGA-Tagung in Nürnberg an Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Gaul verliehen. Er erhält die Medaille als Anerkennung für sein herausragendes Lebenswerk zur technischen Mechanik und insbesondere zur numerischen Akustik.

An der TU Hannover, der heutigen Leibniz-Universität, hat er sein Diplom und später auch seine Promotion in der Fachrichtung Mechanik absolviert. Seine Habilitation folgte dort im Jahre 1980. Bereits nach einem Jahr übernahm er als Professor bis 1993 die Leitung des Instituts für Mechanik an der Universität der Bundeswehr Hamburg. Danach wechselte er als Professor für Mechanik an das Institut A für Mechanik der Universität Stuttgart, wo er auch nach seiner Pensionierung noch heute tätig ist.

Seine langjährigen Forschungstätigkeiten umfassen ein weites Spektrum in verschiedenen Teilgebieten der Mechanik. Im Besonderen hat er sich von Anfang an den numerischen Berechnungsmethoden (Finite-Elemente-Methode FEM, Boundary-Elemente-Methode BEM) und insbesondere der Hybriden Randelementmethode HBEM gewidmet. Es ist heute schwer vorstellbar, dass diese Verfahren früher noch unerforscht und hinsichtlich der Rechnerkapazitäten zunächst mühsam entwickelt werden mussten. Hier gehört Lothar Gaul sicherlich zu den weltweiten Pionieren, und er hat entscheidend dazu beigetragen, dass diese Methoden heute u. a. in der Fahrzeug- und Maschinenakustik sowie in der Lärmbekämpfung weit verbreitet sind.

Neben den numerischen Methoden sind seine Leistungen in der experimentellen Mechanik und Akustik beeindruckend, hier vor allem die Arbeiten zur Fügestellendämpfung, zur aktiven und adaptiven Schwingungsbeeinflussung sowie zur zerstörungsfreien Schadensdetektion. Eine große Leidenschaft von Lothar Gaul ist die Pflege reger internationaler Kontakte, u. a. durch die Zusammenarbeit mit mehreren Humboldt-Preisträgern. Er selbst bekleidet eine Gastprofessur an der Florida Atlantic University.

Die Liste seiner sonstigen Verdienste ist lang, so dass diese hier nur kurz zusammengefasst werden können: Lothar Gaul ist Autor zahlreicher Publikationen und bedeutender Fachbücher, er bekleidete eine Vielzahl von Ehrenämtern, er ist Inhaber von drei Patenten, er hat viele Doktoranden zur Promotion geführt und darüber hinaus acht Post-Doktoranden zur Habilitation. Von seinen Schülern sind heute selbst viele Professoren. Vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat er 1985 den Ehrenring

und 2007 die Ehrenplakette erhalten. Kürzlich wurden ihm auch internationale Ehrungen zuteil durch die JIME AWARD MEDAL des Japan Institute of Marine Engineering (2010) sowie den ICCES Lifetime Achievement Award (2012).

Der Deutschen Gesellschaft für Akustik ist es eine große Ehre, ihre Liste der Helmholtz-Preisträger mit einem solch renommierten Wissenschaftler schmücken zu können.

Der Vorstand der DEGA

Lothar-Cremer-Preis für Dr. Bastian Epp und Dr. Andreas Hüppe

Der Lothar-Cremer-Preis der Deutschen Gesellschaft für Akustik für das Jahr 2015 wird im Rahmen der DAGA-Tagung in Nürnberg an zwei Nachwuchswissenschaftler verliehen, nämlich an Dr. rer. nat. Bastian Epp und Dr. techn. M.Sc. Andreas Hüppe.

Bastian Epp erhält diesen Preis als Anerkennung für seine innovativen und wegweisenden Arbeiten auf den Gebieten der physiologischen und psychologischen Akustik.

An der Universität Oldenburg nahm er bereits als Physikstudent am Graduiertenkolleg „Neurosensory Science and Systems“ teil, wo er nach seinem Master-Abschluss (2006) auch seine Promotion mit Auszeichnung absolvierte (2010). Nach Postdoc-Forschungstätigkeiten in Oldenburg und Magdeburg ist er seit 2011 als Assistant Professor in der „Hearing Systems Group“ der Technical University of Denmark bei Kopenhagen tätig. Seine fachlichen Schwerpunkte liegen im Bereich der quantitativen Modellierung der otoakustischen Emissionen, die im Innenohr entstehen, sowie der Erforschung von objektiven neuronalen Korrelationen der Wahrnehmung komplexer akustischer Signale. Vor allem konnte er die Fachwelt mit seiner innovativen Gehörmodellierung überzeugen. Aktuell erforscht er den sogenannten „hidden hearing loss“, der in der Hörforschung stark diskutiert wird.

Er ist Autor von zahlreichen Publikationen, ist in mehreren internationalen Forschungsprojekten vernetzt, und betreut eine Vielzahl von Lehrveranstaltungen. Zudem war er eine treibende Kraft bei der Gründung des „DAGA Young Professionals Meeting“ (2007-2010) und des „EAA Young Acousticians Network“.

Andreas Hüppe erhält diesen Preis als Anerkennung für seine innovativen und wegweisenden Arbeiten auf dem Gebiet der numerischen Simulation. Nach seinem Abschluss des Masterstudiums „Computational Engineering“ an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg (2007) wechselte er an die Alpen-Adria Universität Klagenfurt, wo er 2013 mit Auszeichnung zum Dr. techn. promovierte. Seitdem ist er an der Technischen Universität Wien als Habilitand tätig und leitet dort den

Bereich „Vibro- und Aeroakustik“ am Institut für Mechanik und Mechatronik.

Unter seinen fachlichen Schwerpunkten sind vor allem neue Ansätze für die numerische Berechnung akustischer Feldprobleme mit spektralen finiten Elementen höherer Ordnung zu nennen, sowie gemischte finite Elemente zur effizienten Lösung der akustischen Erhaltungsgleichungen, welche die Schallentstehung und Ausbreitung in Strömungen (Aeroakustik) beschreiben. Auf beiden Gebieten haben seine Ergebnisse in der Fachwelt große Anerkennung erfahren. Darüber hinaus ist er in viele grundlagenorientierte als auch industriennahe Forschungsprojekte eingebunden.

Er hat eine Vielzahl von Publikationen vorzuweisen, ist erfolgreich bei der Drittmitteleinwerbung, und ist in der Lehre sehr aktiv. Auch in der DEGA engagiert er sich als Referent beim Akademie-Kurs „Strömungskustik“ und als Organisator eines Vorkolloquiums zur DAGA 2015.

So zeichnen sich beide Preisträger dadurch aus, dass sie auf ihrem jeweiligen Fachgebiet sehr innovative und international anerkannte Ideen eingebracht haben. Nach ihrer erfolgreichen Promotion haben sie bereits leitende Aufgaben in Forschung und Lehre übernommen. Die DEGA freut sich, mit Bastian Epp und Andreas Hüppe zwei junge, vielversprechende Nachwuchswissenschaftler auszeichnen zu können, von denen auch in den kommenden Jahren viele weitere wertvolle Impulse zu erwarten sind.

Der Vorstand der DEGA

DEGA-Studienpreise

- **M.Sc. Björn Fath** für seine Masterarbeit:
„Akustische Untersuchung der Motorhaube eines Elektro-Motors“
(Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft)
- **B.Sc. Henning Lohmann** für seine Bachelor-Arbeit:
„Zur Simulation eines Blasenschleiers mit der 'Volume of Fluid'-Methode“ (Technische Hochschule Hamburg-Harburg)

Plenarvorträge

Di. 11:00 Tokio

Plenarvorträge Dienstag

Vibro-Acoustic Simulations of Ships by Coupled Fast BE-FE Approaches

Lothar Gaul

Universität Stuttgart, IAM

The vibration behavior of ships is noticeably influenced by the surrounding water, which represents a fluid of high density. In this case, the feedback of the fluid pressure onto the structure cannot be neglected and a strong coupling scheme between the fluid domain and the structural domain is necessary. In this work, fast boundary element methods are used to model the semi-infinite fluid domain with the free water surface. Two approaches are compared: A symmetric mixed formulation is applied where a part of the water surface is discretized. The second approach is a formulation with a special half-space fundamental solution, which allows the exact representation of the Dirichlet boundary condition on the free water surface without its discretization. Furthermore, the influence of the compressibility of the water is investigated by comparing the solutions of the Helmholtz and the Laplace equation. The ship itself is modeled with the finite element method. The coupled problems are formulated using Schur complements. To solve the resulting system of equations, a combination of a direct solver for the finite element matrix and a preconditioned GMRES for the overall Schur complement is chosen. The applicability of the approach is demonstrated using a realistic model problem.

Di. 11:45 Tokio

Plenarvorträge Dienstag

Was kommt nach mp3?

Jürgen Herre

AudioLabs Erlangen

Unter den Verfahren zur gehörrichtigen Audiodatenreduktion ist mp3 (formal: ISO/IEC 11172-3 Layer 3) das am weitesten verbreitete. Es findet sich in unzähligen mobilen Geräten wie Mobiltelefonen, in vielen Musikabspielgeräten und -empfängern sowie auf praktisch jedem Computer. Anwendungen wie portable persönliche Musiksammlungen und Streaming/Internetradio wurden dadurch ermöglicht und haben zu einer kulturellen Revolution geführt, die die Art wie wir mit Musik umgehen und wie wir Musik hören fundamental geändert haben. Der Vortrag erläutert die technischen Grundlagen der gehörangepassten Audiodatenreduktion, das 1992 standardisierte mp3-Verfahren sowie die neueren Technologien, die nach mp3 entwickelt wurden. Insbesondere werden die neueren in ISO/MPEG standardisierten Technologien erläutert. Dabei wird sichtbar, dass in den letzten Jahrzehnten eine eindrucksvolle Entwicklung auf diesem Gebiet stattgefunden hat sowohl hinsichtlich der Codiereffizienz als auch hinsichtlich zusätzlicher Funktionalitäten.

Mi. 11:00 Tokio

Plenarvorträge Mittwoch

Strömung-Struktur-Akustik-Interaktion: Modellierung und Simulation

Manfred Kaltenbacher

TU Wien

Die beiden grundlegenden Schallerzeugungsmechanismen basieren einerseits auf der Schwingung von Strukturen (Vibroakustik) und andererseits durch der Aus-, Um- sowie Durchströmung von Strukturen (Aeroakustik). Die Wechselwirkung zwischen der Strömung und elastischen Strukturen spielt in zahlreichen Anwendungsfeldern der unterschiedlichsten ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, in der Naturwissenschaft und in der Medizin eine zentrale Rolle. Prinzipiell verursachen die durch die Strömung auf die mechanische Struktur wirkenden Druck- und Scherkräfte eine Verformung, welche ihrerseits zu einer Rückwirkung auf die Strömung selbst führt. Zusätzlich entsteht aus der Strömung direkt Schall, womit für viele praktische Problemstellungen die gesamte Kette der Strömung-Struktur-Akustik Interaktion im mathematisch / physikalischen Modell abzubilden ist. Aufgrund der enormen Komplexität, welche sich bereits durch die klassische Aeroakustik sowie die Strömung-Struktur-Wechselwirkung ergibt, erfordert die Modellierung der Strömung-Struktur-Akustik Interaktion in den meisten Fällen eine Reduktion der bidirektionalen Kopplungen hin zu Vorfärtskopplungen; beispielsweise eine Vernachlässigung der Rückwirkung der Akustik auf die Strömung und / oder der Rückwirkung der Strukturschwingungen auf die Strömung. In diesem Zusammenhang sind auch kombinierte mess- und simulationstechnische Ansätze zu sehen, welche beispielsweise die Schallabstrahlung basierend auf der Messung von Oberflächengeschwindigkeiten der schwingenden Struktur berechnen.

Im Vortrag werden die Modellierung der gesamten Kette Strömung-Struktur-Akustik Interaktion sowie neueste numerische Berechnungsverfahren zur Lösung der gekoppelten, partiellen Differentialgleichungen anschaulich besprochen. Als demonstrative Anwendungsbeispiele dienen die menschliche Stimme und dünne Strukturen, welche durch die Strömung zu Schwingungen angeregt werden (z.B. Autounterboden sowie Seitenscheibe).

Mi. 11:45 Tokio

Plenarvorträge Mittwoch

Lärmminderung in Windparks: Strategien und Technologien

Dominic von Terzi^a, Benoit Petitjean^b, Roger Drobietz^b and Kevin Kinzie^b

^aGE Global Research; ^bGE Wind

Trotz relativ geringer Emissionen ist Lärm ein gewichtiges Hindernis zur weiteren Verbreitung von Windkraftanlagen an Land und kann ein ernst zunehmendes Ärgernis für Anwohner darstellen. Betreiber von Windparks müssen gesetzliche Vorgaben einhalten, die weltweit sehr unterschiedlich sind und stetig verschärft werden. Gleichzeitig existiert ein

Trend zu immer größeren Rotordurchmessern von Windkraftanlagen. Dies würde ohne Gegenmaßnahmen zur Erhöhung der Lärmemissionen führen. Übliche Gegenmaßnahmen erhöhrn aber die Kosten der Windkraft und damit die Konkurrenzfähigkeit dieser erneuerbaren Energie - entweder direkt durch erhöhte Kosten für Windturbinenblätter oder indirekt durch eine geringere Energieausbeute des Windparks. Nach einer Einführung zum Thema Akustik in Windparks werden im Vortrag drei Strategien zur Lärmminderung vorgestellt: (1) Reduzierung der Lärmquellen, (2) Betrieb der Windkraftanlage in so-genannten Noise Reduced Operations (NRO) und (3) eine Optimierung von NRO-Moden auf Parkebene unter Berücksichtigung der Lärmausbreitung. Verschiedene Technologien, die diese Strategien umsetzen werden exemplarisch vorgestellt und diskutiert.

Do. 11:00 Tokio

Plenarvorträge Donnerstag

Einsatz von Finite-Elemente-Methoden für die Berechnung akustischer Felder

Andreas Hüppe

TU Wien

Die Verfügbarkeit hoher Rechenleistung zu erschwinglichen Preisen hat zu einem verstärkten Einsatz von numerischen Berechnungen bei der Entwicklung neuer Produkte geführt. Effizienz, Genauigkeit und Gültigkeit sind dabei die entscheidenden Kriterien bei der Auswahl eines geeigneten Verfahrens. Dabei sind Integralverfahren besonders gut für Freifeldabstrahlung geeignet, während statistische Methoden Vorteile bei Anwendungen mit hoher Modendichte bieten. Demgegenüber liefern Volumenverfahren, angewendet auf die partielle Differentialgleichung, eine gültige Lösung ohne prinzipielle Einschränkungen bezüglich Geometrie und Frequenzbereich. Zusätzlich erlauben die Verfahren die Analyse transienter und nichtlinearer Vorgänge. Da die Anzahl der Unbekannten jedoch kubisch mit der Frequenz steigt, ist der Einsatz in der Praxis meist auf Untersuchungen im niedrigen Frequenzbereich oder kleine Volumen limitiert. So führt beispielsweise die Diskretisierung von einem Kubikmeter Luft mit linearen finiten Elementen (FE) bereits zu einem Gleichungssystem mit 24 Millionen Unbekannten, um eine 5kHz Schallwelle mit angemessener Genauigkeit abzubilden. Finite Elemente Verfahren höherer Ordnung in Kombination mit einer angepassten Formulierungen und hochwertigen Randbedingungen liefern hier eine Möglichkeit, um bei gleicher Anzahl von Unbekannten einen wesentlich größeren Frequenzbereich bei hoher Ergebnisqualität zu erschließen. Anhand von verschiedenen Beispielen und Anwendungen aus dem Bereich der Aeroakustik werden Eigenschaften und Potenziale beim Einsatz Finiter-Elemente-Verfahren höherer Ordnung erläutert und Erweiterungen zur Steigerung der Flexibilität gezeigt.

Do. 11:45 Tokio

Plenarvorträge Donnerstag

Die Akustik des Hörens aus Sicht der physiologischen Akustik
Bastian Epp*Technical University of Denmark*

Hören ist für die meisten Menschen die Grundlage täglicher Kommunikation. Dieser Prozess lässt sich als Umwandlung von Schallsignalen in eine Wahrnehmung auffassen. Diese Umwandlung beginnt mit der Transformation des Luftschalls in eine Schwingung der Gehörknöchelchen und die Übertragung dieser Schwingung in das flüssigkeitsgefüllte Innenohr. Das Cortische Organ wandelt schließlich die mechanischen Bewegungen in ein neuronales Signal um. Eine Schädigung des auditorischen Systems hat Störungen der Wahrnehmung zur Folge, mit schwerwiegenden Folgen für die akustische Kommunikation. Ein grundlegendes Verständnis der Elemente des auditorischen Systems ist notwendig zur Entwicklung von unter anderem Hörhilfen zur Wiederherstellung des Hörens.

Dieser Beitrag erläutert, wie Hören verschiedene Disziplinen wie Psychoakustik, Strukturmechanik, Signalverarbeitung und Neurowissenschaften zusammenbringt: Zuerst wird gezeigt, wie verschiedene Signaleigenschaften die Signaldetektion in Störgeräuschumgebungen beeinflussen. Dies liefert wichtige Informationen darüber, welche Eigenschaften des Signals zur Trennung relevanter und irrelevanter Anteile genutzt werden. Psychoakustische Methoden alleine erlauben jedoch keine eindeutige Aussage darüber, in welchem Abschnitt des Systems diese Eigenschaften verarbeitet werden. Hierzu muss die nichtlineare Dynamik des Innenohrs berücksichtigt werden. Der zweite Teil erklärt wie sich durch physiologisch plausible Modellierung mechanische und neuronale Verarbeitungsstufen trennen lassen. Schliesslich wird gezeigt, wie Methoden der Neurowissenschaften dazu beitragen, die Weiterverarbeitung der neuronalen Signale besser verstehen und lokalisieren zu können.

Vorkolloquium: Akustische Sensorik / Sensortechnologie

Mo. 12:30 Kopenhagen Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Begrüßung und Einführung

Mo. 12:40 Kopenhagen Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Prepolarized electroacoustic and vibrational sensors

Gerhard M. Sessler^a, Joachim Hillenbrand^a, Florian Pfeil^a und Perceval Pondrom^b

^a TU Darmstadt - Institut für Nachrichtentechnik; ^b TU Darmstadt - SzM
New developments in the field of prepolarized capacitive sensors for sound and vibration are discussed. The sensors are either electret sensors with novel design features or piezoelectret devices based on cellular polymers charged in a specific way to make them piezoelectric. With both transduction principles, such sensors as microphones, ultrasonic transducers, accelerometers and vibration-based energy harvesters have been implemented. The electret transducers possess special constructional features, such as stiff diaphragms or novel restoring elements. Their design results in improved performance characteristics, for example greater robustness. The piezoelectret devices have the advantage that, because of the microscopic internal air voids of the cellular material, no external air gap is required. They have been made as stacked systems which improves the sensitivity of microphones and accelerometers and the power output of energy harvesters. Typical performance characteristics are sensitivities for stacked microphones of more than 10 mV/Pa and for accelerometers as high as 2000 mV/g. For energy harvesters, even for a single-layer system, an output power of 20 µW at an acceleration of 1 g has been achieved.

Mo. 13:05 Kopenhagen Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Light refractive tomography for noninvasive ultrasound measurement

Lizhuo Chen, Stefan J. Rupitsch und Reinhard Lerch

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

For measurements of ultrasound pressure underwater, the light refractive tomography (LRT) is so far the only technique, which is noninvasive, omnidirectional and provides time-resolved results in Pascal. After exploiting all these advantages, LRT shows a great suitability for investigations of ultrasound fields throughout different media. To show the new research possibilities offered by this technique, two novel experiments will be demonstrated in the presentation. In the first one, the disturbance induced by a commercial hydrophone to the original sound pressure field is investigated. We utilized LRT to reconstruct the ultrasound pressure

field between the transducer and the hydrophone in spatial and temporal dimensions. The results indicate that considerable energy is reflected by the hydrophone tip. Furthermore, we extend the measurement set-up and succeed in reconstructing the relative density change induced by ultrasound field within optically transparent Poly(methyl methacrylate) (PMMA).

Mo. 13:30 Kopenhagen

Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Microphone combinations for hearing aids with the most robust directionality.

Aart Z. van Halteren

Sonion Nederland B.V.

Current hearing aids all use a pair of matched microphones to have variable (adaptive) directionality. Many of these devices have sophisticated software to correct for drift of these microphones during the lifetime of the hearing aid. Especially amplitude and phase matching in low frequencies are of high importance, and need a very high degree of matching. These algorithms were designed to correct the bigger drift that is associated with electret microphones. Drift is - apart from being related to aging - also related to changing conditions like temperature, humidity and other environmental conditions. MEMS microphones are known for less drift, but the problem is not completely solved by this. In a hearing aid, in real life, the acoustic path towards the microphones gets clogged, which also results in drift. Some microphone combinations are by design much more robust against drift. Which one is the best?

Mo. 13:55 Kopenhagen

Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Array Measurement Techniques to Separate Acoustic and Hydrodynamic Pressure Components in Air Flows

Christoph Gabriel

Dr.Ing. h.c.F. Porsche AG

Facing the rising comfort demand, acoustics gain increasing importance in passenger transportation. A main goal is the reduction of wind noise. Thereby windows play an important role transmitting a major part of the acoustic power to the passenger compartment at high travelling speeds. The mechanical behavior of the window panes and the resulting acoustic radiation into the cabin is mainly affected by the spatial coherence properties of the surface pressure. The surface pressure is a superposition of high hydrodynamic and low acoustic pressure fluctuations. For that reason, the acoustic pressure is masked and cannot be measured directly. Even though the acoustic surface pressure is low, it is essential for the cabin noise at high traveling speeds, especially in the high frequency range above 1 kHz. Up to now, the spatial coherence information of the surface pressure cannot be adequately provided by CFD solvers. Array measurements of high spatial resolution are still necessary. As an example, experiments on a car model using a sensor array consisting of a

high amount of miniature microphones are presented. Based on this data, an overview about post-processing techniques to extract information about the acoustic field like propagation direction and amplitude in the flow is given.

Mo. 14:45 Kopenhagen

Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Double Backplate Silicon MEMS Microphone: Balancing High Performance!

Alfons Dehé und Marc Füldner

Infineon Technologies AG

Ten years of production of Silicon microphones and intense application in smart phones have raised the level of requirements, significantly. While the volume of the microphone modules has been reduced from around 30mm³ down to 5mm³ the key performance parameter signal-to-noise-ratio SNR has been increased from 58dB(A) up to 66dB(A) and this is not the end: requests and announcements reach up to over 80dB(A) for the next years. Why this trend and where it ends will be discussed in this paper. SNR is always discussed but not to forget the acoustical overload point AOL which defines the sound pressure level SPL at 1kHz where the total harmonic distortion THD exceeds the 10% level. While early specifications afforded AOL=120dBSPL today 140dBSPL is a must. We describe the Infineon Technologies solution for such application. Since package sizes is ever decreasing it is not an option to increase the transducer nor would this help reducing the distortion level. A single 1mm diameter membrane sensed between two backplates serves those requirements. This is nearly the identical size as ten years ago. The differential biasing and read out offers linearization as well as double output signal. The way towards further performance increase will be sketched.

Mo. 15:10 Kopenhagen

Vorkolloquium: Akustische Sensorik

MEMS Microphones for Hearing Instruments

Warren Daniel M.

Knowles World Headquarters

Through close collaboration between a team devoted to design and manufacturing of MEMS microphones for high-volume production (upwards from 1 billion per year) for mobile handsets, and a team of hearing instrument transduction experts within the same company, Knowles Corporation successfully brought technology normally available only to ubiquitous mobile devices to demanding, specialized, and low-volume hearing instrument applications. Three of the six major hearing instrument manufacturers have MEMS microphones in flagship instruments on the market and in the field.

Hearing instrument microphones have low signal-to-noise ratios, low current draw, and able to sustain high DC bias voltages and power a

buffer amplifier from a single-cell battery operating as low as 0.9V, whereas consumer electronics microphones have less stringent SNR requirements, larger current budgets, and 5V. However, MEMS microphones offer compelling advantages for hearing instruments. They can be smaller and more robust to the rigors of high-temperature soldering and solvent outgassing than their electret brethren. Their complex pressure to voltage transfer function is immune to dynamic environmental conditions, which is critical in the long-term performance of end-fire directional arrays with close spacing (less than 1 cm in some devices) common in hearing instruments.

Mo. 15:35 Kopenhagen

Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Acoustic Sensors

Hans-Elias de Bree

Microflown Technologies

The Microflown acoustic vector sensor is a very powerful tool for acoustic source localization and acoustic material property determination.

The acoustic absorption of acoustic materials can be determined *in situ* and within a minute.

Broad banded source localization in the near field, close to the source can be done within minutes with the "scan and paint" procedure.

The visualization of a 3D sound field is done with a 3D acoustic vector sensor and is done in a matter of minutes.

The localization of sound sources in the far field is done with two innovative methods.

One is the moving of a 1D vector sensor in space and track the position with a camera. In this way a virtual phased array is made and will result in a phased array visualization of the far field sound sources.

Another method is to use an array of a few 2D acoustic vector sensors in a widely spaced array (spacing of sensors more than 100m). In this way the acoustics of the battlefield (small arms fire, rockets-artillery-mortars, helicopters, drones) are located to create acoustic situational awareness.

Mo. 16:00 Kopenhagen

Vorkolloquium: Akustische Sensorik

Driverless vehicle guidance by using bio-inspired sonar reflectors

Ralph Simon und Stefan J. Rupitsch

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

Some research has been done into how bats' biosonar can inspire the design of artificial sonar systems. Yet the performance of these systems lags far behind the outstanding performance of bats' echolocation. We think that lessons learned from a special acoustic coevolution between nectar feeding bats and their plant partners could significantly improve the orientation of autonomous sonar guided systems in new environments. These bat pollinated plants have developed floral reflectors, which reflect the ultrasound signals of bats in special ways, making the flowers acoustically conspicuous to the bats. The trick of these concave shaped reflectors is that the echoes are not only broadcast over a wide range angles of sound incidence but are also marked with a spectral signature, which is acquired through an interference mechanism. Autonomous systems such as robots and driverless vehicles are often guided by artificial landmarks, including visual signals, laser beacons, and omni-directional radar reflectors, which are already in use to streamline the navigation efficiency of robots. However, there is a lack of suitable sonar landmarks for airborne sonar systems. We think that sonar reflectors inspired by the form of floral reflectors can easily be used as landmarks.

Vorkolloquium: Audiocodierung und Qualitätsbeurteilung

Mo. 12:30 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Begrüßung und Einführung

Mo. 12:40 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

An Introduction to MPEG-H 3D Audio

Simone Füg^a und Achim Kuntz^b

^a*Fraunhofer IIS; b International Audio Laboratories Erlangen*

Recently, technical advances resulted in immersive spatial audio becoming more and more practical for widespread applications. Over the last decades multiple immersive spatial audio recording, transmission and reproduction formats have been developed that currently gain increased interest due to the reached technical maturity. Additionally, high-resolution immersive video formats being introduced in upcoming TV systems call for immersive audio systems that surpass the legacy 'surround sound' technology in terms of realism as well as listener experience in general. The most popular spatial audio representations under discussion for future 3D audio transmission systems are channel-based formats, object-based formats placing sound elements at specific positions, and the field-based higher order Ambisonics format. Each of those 3D audio representations has characteristics that make them particularly well suited for certain applications. Up to now, no universal audio coding scheme was available that allows for carriage of all three relevant immersive audio formats. The MPEG-H 3D Audio coding standard fills this gap. This contribution will give an introduction to the MPEG-H 3D Audio standard, highlighting the different coding options for 3D audio as well as other codec features like personalized rendering of immersive audio in different playback scenarios.

Mo. 13:05 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Efficient Coding of Higher-Order-Ambisonics-Based Spatial Audio Content

Oliver Wübbolt

Technicolor

The Higher Order Ambisonics (HOA) representation is a means to describe a sound field independent of a specific loudspeaker setup. The order N of the HOA signal determines the spatial resolution of the sound field description and the number of HOA coefficient channels. To address typical loudspeaker setups for immersive 3D audio reproduction like 11.1 or 22.2 a 4th order HOA signal may be used. This results in 25 HOA coefficient channels. Accordingly, to make the HOA sound field representation applicable for broadcasting or streaming services a data compression schema is needed. Such an efficient coding scheme

for HOA content will be standardized shortly by ISO/IEC as part of the MPEG-H 3D Audio standard. The underlying principles of the HOA spatial coding tool in MPEG-H 3D Audio are based on human spatial psychoacoustics. The encoder separates directional, well localizable sound components of the sound field from more ambient parts. Then, directional and ambient components are perceptually encoded separately. The spatial resolution of the ambient component may be considerably reduced without causing perceivable distortions on the playback side. This results in a reduction of the number of effective audio channels. Results of subjective listening tests show the effectiveness of this approach.

Mo. 13:30 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Enhanced Voice Service (EVS) Codec

Manfred Lutzky und Markus Schnell

Fraunhofer IIS

Till this day, telephone services are not experienced as high quality audio systems due to limitations such as very low audio bandwidth and poor performance on non-speech signals. Recent developments on speech and audio coding promise a quality boost in conversational services providing the full audio bandwidth for more naturalness, better speech intelligibility and listening comfort. The recently standardized Enhanced Voice Service (EVS) codec is the first 3GPP communication codec providing super-wideband (SWB) audio bandwidth for improved speech quality already at 9.6kbps. At the same time, the codec's performance on other signals as music or mixed content is comparable to modern audio codecs. The key technology of the codec is a flexible switching scheme between specialized coding modes for speech and music signals. This contribution will provide a brief overview on communication codec landscape with special focus on the EVS codec. It will highlight the main design constraints and features, give some brief technology insights and finally, discuss listening test results conducted during the selection and characterization phase of the standardization process.

Mo. 13:55 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

SAOC Dialogue Enhancement

Harald Fuchs

Fraunhofer IIS

Dialogue intelligibility of TV audio content is an issue especially for people with hearing impairments. This paper presents a new Dialogue Enhancement technology to address this problem. The technology is based on the MPEG Spatial Audio Object Coding standard (SAOC) and has been recently standardized in MPEG as an extension to the MPEG SAOC standard. Furthermore, it has been included as an Advanced Clean Audio solution in the latest DVB specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications. SAOC Dialogue Enhancement is completely compatible with existing transmission and playback equipment. Parametric side information is embedded in the audio track that

allows new receivers to change the balance of the audio mix. This enables the audience to individually adjust the volume of dialogue, music or sound effects within a single broadcast audio stream for improved speech intelligibility or customized listening control. The main audio track remains unchanged for backwards-compatibility. Legacy devices not capable of decoding the parametric side information will ignore it and play back the default mix signal. Furthermore, this paper reports about experiments that have been conducted to test the integration of the technology into the production workflow and to find out about user reactions.

Mo. 14:45 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Qualitätsbeurteilung von Audiosignalen - Vom Hörtest zum Messverfahren

Thomas Sporer

Fraunhofer IDMT

Bedingt durch den Einsatz psychoakustischer Modelle ist die Beurteilung der empfundenen Qualität mittels klassischer Messwerte wie z.B. SNR und Klirrfaktor nicht sinnvoll. Die letzte Instanz ist daher auch heute noch der Hörtest. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Hörtests zu erreichen sind standardisierte Tests nötig. Dieser Vortrag beschreibt zunächst die grundsätzlichen Ansätze heutiger Hörtestmethoden und ihre Abbildung in Standards der ITU. Der Schwerpunkt liegt hierbei bei Methoden aus dem Bereich der Sprachqualität (ITU-T P.8xx) bzw. der hohen Audioqualität (ITU-R BS.1116). In einem zweiten Teil wird das auf psychoakustischer Modellierung beruhende Meßverfahren PEAQ (perceptual evaluation of audio quality, ITU-R BS.1387) beschrieben, welches Hörtests nach Empfehlung ITU-R BS.1116 für Mono- und Stereosignale simuliert. Im Zuge der Standardisierung wurde verifiziert, dass PEAQ alle damals bekannten Audiocodierverfahren gehör richtig bewerten kann. In der Zwischenzeit wurden neuere Audiocodierverfahren entwickelt, sowie der Qualitätsbereich nach unten ("intermediate audio quality", Hörtestverfahren ITU-R BS.1534) und oben ("spatial audio") erweitert. Den Abschluß des Vortrags bildet eine Zusammenfassung des aktuellen Standes der Forschung bezüglich der dazu nötigen Erweiterungen und Anpassungen von PEAQ.

Mo. 15:10 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Revision of Rec. ITU-R BS.1534

Frederik Nagel^a, Judith Liebetrau^b, Nick Zacharov^c, Kaoru Watanabe^d, Catherine Colomes^e, Poppy Crum^f, Thomas Sporer^b, Andrew Mason^g
^a*AudioLabs Erlangen*; ^b*Fraunhofer IDMT*; ^c*DELTA SenseLab*; ^d*NHK STRL*; ^e*Orange*; ^f*Dolby Laboratories*; ^g*British Broadcasting Corp.*

In audio quality evaluation, ITU-R BS.1534-1, commonly known as MUSHRA, is widely used for the subjective assessment of intermediate

audio quality. Studies have identified limitations of the MUSHRA methodology which can influence the robustness to biases and errors introduced during the testing process. Therefore ITU-R BS.1534 was revised to reduce the potential for introduction of systematic errors and biases in the resulting data. These modifications improve the validity and the reliability of data collected with the MUSHRA method. The main changes affect the post screening of listeners, the inclusion of a mandatory mid-range anchor, the number and length of test items as well as statistical analysis. In this colloquium the changes and reasons for modification are given. Moreover, the process of revising of MUSHRA is explained. Finally, the differences between the superseded ITU-R BS.1534-1 and the revised version are accentuated.

Mo. 15:35 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Experimentelle und modellbasierte Erfassung von Sprachverständlichkeit zur Bewertung von Audioqualität

Jan Rennies^a, Sylvain Favrot^b und Jens-E. Appell^a

^a*Fraunhofer IDMT; b Boston University, Hearing Research Center*

Bei der Bewertung von Kommunikationssituationen und Audiosignalverarbeitungsstrategien spielt die Verständlichkeit der Sprache eine herausragende Rolle. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn trotz optimaler Klangqualität des empfangenen Sprachsignals Nebengeräusche im Abhörraum oder Störsprecher in einer Telefonkonferenz zu starken Einbußen der Kommunikationsqualität bis hin zur Unverständlichkeit führen. Umgekehrt gibt es Situationen, in denen Sprache trotz extremer und inakzeptabler Qualitätseinbußen vollständig verstanden werden kann, so dass zur Bewertung der Kommunikationsqualität grundsätzlich andere Messverfahren und Modellierungsansätze notwendig sind als eine Bewertung der Sprachverständlichkeit. Dieser Beitrag beleuchtet unterschiedliche Methoden zur Messung von Sprachverständlichkeit in Kommunikationssituationen und stellt anhand experimenteller Daten die wichtigsten Einflussgrößen vor. Der Fokus liegt dabei auf der komplexen Interaktion von Art und Anzahl von Störsignalen, ihrer räumlichen Anordnung und dem Einfluss der Raumakustik. Dabei werden auch Modelle dargestellt, die deutlich über etablierte Standards hinausgehen. Auch individuelle Aspekte wie Schwerhörigkeit und mangelnde Sprachkenntnisse werden beleuchtet. Der Beitrag diskutiert die Möglichkeiten und Grenzen aktueller binauraler Sprachverständlichkeitsmodelle, die in vielen Fällen bereits heute eine präzise Vorhersage der Verständlichkeit in realen Kommunikationssituationen erlauben und somit als Werkzeug zur Optimierung von Signalverarbeitungsstrategien eingesetzt werden können.

Mo. 16:00 Kiew

Vorkolloquium: Audiocodierung

Audioqualitätsbeurteilung: Ein Fall für TWO!EARSAlexander Raake und Hagen Wierstorf*TU Berlin, Telekom Innovation Laboratories*

In der Vergangenheit wurden in der Literatur unterschiedliche Aspekte diskutiert wie die wahrgenommene Audioqualität insbesondere bei räumlichen Szenen am besten bewertet und vorhergesagt werden kann. Ein wesentliches Problem stellt dabei die Tatsache dar, dass oftmals keine explizite Referenz vorhanden ist, wenn Audiosignale zum Beispiel durch einen Tonmeister abgemischt und dann in entsprechendem Format übertragen und wiedergegeben werden. Der Beitrag stellt die Arbeiten des von der Europäischen Kommission geförderten FET-Open Projekts TWO!EARS vor (www.twoears.eu). Dort wird ein interaktives System entwickelt, welches funktionale Eigenschaften des binauralen Hörens sowie der audiovisuellen Integration nachbildet. In seiner endgültigen Form wird es mittels einer interaktiven Roboterplattform realisiert. TWO!EARS verbindet eine auditorische Bottom-up-Signalverarbeitung mit hypothesenleiteter Top-down-Kognition. Das System ist als Expertensystem konzipiert, auf Basis einer Blackboard-Architektur. Neben der auditorischen Szenenanalyse ist eine weitere Proof-of-Concept-Anwendung die Audioqualitätsbeurteilung. Der verfolgte Ansatz soll einige Erweiterungen bestehender Audioqualitätsmodelle ermöglichen: - Szenenbasierte Bewertung von Schallfeldern - Aktive Exploration von akustischen Szenen mittels Kopfbewegungen und Positionsänderungen des Hörers im Raum - Kombination von Bottom-up Informationen mit Top-down-Feedback und entsprechende Anpassung der Signal- oder kognitiven Verarbeitung - Verwendung interner statt externer Referenzen im Rahmen des Expertensystems. Der Beitrag diskutiert grundsätzliche Konzepte der Audioqualitätsbeurteilung und stellt erste Qualitätstests für die TWO!EARS Systementwicklung vor.

Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Mo. 12:30 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Begrüßung und Einführung

Mo. 12:35 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Numerische Untersuchung von aeroakustischen Rückkopplungseffekten mithilfe der direkten Aeroakustiksimulation

Hannes Frank, David Flad und Claus-Dieter Munz

Universität Stuttgart

Das Prinzip der direkten Strömungslärm-Simulation ist einfach: die Schallausbreitung ist in den Gleichungen der kompressiblen Strömungsmechanik enthalten, die Lösung dieser Gleichungen mit hinreichender Genauigkeit genügt zur Abbildung der abgestrahlten Akustik. Im Gegensatz zu den gängigen hybriden Ansätzen für Strömungsakustik wird dabei die Schallausbreitung mit der Hydrodynamik beidseitig gekoppelt. Die starken Unterschiede in akustischen und hydrodynamischen Längen- bzw. Energieskalen bedingen allerdings hohe Anforderungen an die Genauigkeit des numerischen Verfahrens. Unabhängig vom verwendeten CAA Ansatz ist die korrekte Simulation der strömungsakustischen Quellen entscheidend für eine erfolgreiche Akustikvorhersage. Die verwendete Discontinuous Galerkin Spectral Element Methode hat neben der hohen Verfahrensordnung attraktive Dissipations- und Dispersionseigenschaften. Im Bereich der Strömungssimulation sind diese für skalenauflösende Simulationsansätze wie die Large Eddy Simulation vorteilhaft aufgrund des höheren Auflösungsvermögens pro Gitterpunkt im Vergleich zu Verfahren niedrigerer Ordnung. Andererseits erlauben sie die Auflösung akustischer Wellen mit sehr wenigen Punkten pro Wellenlänge. Der lokale Charakter des numerischen Operators ermöglicht die effiziente Nutzung auf massiv parallelen Rechenclustern. Simulationsergebnisse direkter Akustiksimulationen zu tonalem Hinterkantlärm werden präsentiert. Bei der Fahrzeugakustik hat die Vermeidung tonaler Lärmentwicklung eine hohe Priorität, insbesondere der Außen- spiegel steht im Fokus.

Mo. 13:00 Seoul

Vorkolloquium: Numerische Strömungskustik

Noise radiated by the interaction between the shear layer, shock-wave and vortex ring in a starting free jetJuan Jose Pena Fernandez^a und Jörn Sesterhenn^b^a TU Berlin; ^b TU Berlin, Inst. f. Strömungsmechanik u. Techn. Akustik
While the acoustic properties of continuous free jets have been investigated and optimised during the last 60 years, the noise radiation in the impulsively started jet is still relatively unexplored. We focus here upon the very first stage of a compressible free jet, when the flow is only few diameters long and the vortex ring generated by the sudden expansion interacts with the shock-waves and the shear layer. Direct numerical simulations with more than 2.10^9 grid points are carried out, discretising the compressible Navier-Stokes equations to compute the noise radiated by the interaction of the shear layer, the shock-waves and the vortex ring. The acoustic phenomenon resulting from the interaction has been tracked, investigated and quantified. A sound level of 111 [dB] at a distance of 100 diameters from the jet has been observed. An interaction between the shear layer, the shock-waves and the vortex ring has been investigated using numerical methods in an impulsively started supersonic free jet and noise levels of order of the loudest acoustic phenomenon in the continuous jet have been identified and quantified.

Mo. 13:25 Seoul

Vorkolloquium: Numerische Strömungskustik

Flow-structure interaction in human phonation and correct modelling of resulting aeroacoustic sources and acoustic propagationStefan Zörner^a, Petr Šidlof^b, Andreas Hüppe^a, Manfred Kaltenbacher^a^a TU Wien; ^b Academy of Sciences of the Czech Republic, Technical University of Liberec

The human phonation is a complex interaction of fluid mechanics, solid mechanics and acoustics. As the lungs compress, air flows through the larynx passing the vocal folds which form a narrow constriction, the glottis. The air flow forces the vocal folds to vibrate which in turn creates a pulsating air stream. The resulting air flow is the main source generating sound - the phonation. A fully coupled 3D fluid-structure simulation is not feasible regarding computational costs, since several iterations are necessary in each time step to reach a state of equilibrium between the flow and structural mechanical field. Therefore, we present 3D computations applying prescribed vocal folds vibrations, and analyze the generated acoustic sound in the larynx as well as outside the mouth. Thereby, we apply an hybrid aeroacoustic approach. In the first step, a CFD simulation is performed using OpenFoam. Based on the CFD results, various source term formulations are analyzed (second spatial derivative of classical Lighthill tensor, divergence of Lamb vector, Laplacian of flow pressure, time derivative of flow pressure). Finally, we compute the acoustic field using our in-house code CFS++ based on the wave equation (WE) as well as perturbation equations (PE).

Mo. 14:05 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Strömungsgeräuschesimulation mit der FRPM Methode: Anwendung & Ausblick

Roland Ewert

DLR

Der Vortrag beschäftigt sich mit Aspekten der Umströmungsgeräuschesimulation mittels der für aeroakustische Anwendungszwecke entwickelten Fast Random Particle-Mesh (FRPM) Methode zur effizienten stochastischen Generierung synthetischer Turbulenz und fluktuerender Schallquellen akustischer Analogien. Als Grundlage der Rekonstruktion turbulenter Größen dient dabei die räumliche Verteilungen der Varianz und des turbulenten Längen- und Zeitmaßes der Zielgröße, die z.B. aus einer zeitgemittelten CFD Simulation effizient abgeleitet werden können. Ziel der stochastischen Rekonstruktion ist eine möglichst genaue lokale Reproduktion der verschiedenen statistischen Zielgrößen. Anders als bei der Beschreibung von Turbulenzschallquellen durch die Superposition von globalen stochastischen Fouriermoden, wird bei der FRPM Methode eine lokale Korrelationsfunktion mit vorgegebener Längenskala, turbulentem Zerfall mit lokaler Zeitskala sowie turbulente Advektion entsprechend der zeitgemittelten Grundströmung durch die Filterung von räumlich realisiertem weißem Rauschen realisiert. Der derzeitige Status der Rekonstruktionsqualität der teilweise gegenseitig abhängigen Zielgrößen wird präsentiert und zukünftige Verbesserungsmöglichkeiten diskutiert. Beispielhaft liefert die Realisation der Advektion in Scherströmungen einen zusätzlichen, zu berücksichtigen turbulenten Zerfallsmechanismus. Neuere Entwicklungen zur Rekonstruktion anisotroper fluktuerender Wirbelstärke aus einem anisotropen Reynolds-Spannungstensor werden vorgestellt und die Simulation des Schallfeldes mit verschiedenen akustischen Propagationsverfahren wird präsentiert.

Mo. 14:30 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Finite-Elemente-Simulation des strömungsinduzierten Lärms in einem Radialgebläse

Jens Grabinger^a, Matthias Springer^b, Andreas Hüppe^c, Manfred Kaltenbacher^c und Barbara Wohlmuth^d

^a*SIMetris GmbH*; ^b*Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.*; ^c*TU Wien*; ^d*TU München, Lehrstuhl für Numerische Mathematik*

Stand der Technik bei der Berechnung der Abstrahlung von strömungsinduziertem Schall ist das sogenannte Ffowcs Williams-Hawkins-Verfahren. Der Nachteil dieses Verfahrens in der Anwendung auf Gebläse ist jedoch, dass nur die Rotation des Laufrads in die Berechnung einbezogen werden kann, nicht aber Reflexionen des Schalls an Gehäuse und Laufschaufern. Dieser Beitrag stellt ein Finite-Elemente-Verfahren vor, das sowohl die mit dem Laufrad rotierenden Schallquellen

als auch die Reflexionen des Schalls an den schallharten Oberflächen der Komponenten des Lüfters korrekt abbildet. Die aeroakustischen Schallquellen werden gemäß der Lighthillschen Analogie aus einer numerischen Strömungsberechnung extrahiert. Die Lösung der inhomogenen Wellengleichung erfolgt mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode. Um die Schallausbreitung gleichzeitig im rotierenden und im ruhenden Bezugssystem zu modellieren, wird eine Gebietszerlegung am numerischen Modell vorgenommen. Die Gitterrotation im Laufrad wird durch die Arbitrary-Lagrangian-Eulerian-Methode (ALE) abgebildet. Der Austausch von Schallwellen zwischen den nicht-konformen Gittern der beiden disjunkten Gebiete wird durch Anwendung der sog. Mortar-Methode realisiert. Im Gegensatz zu bisher bekannten Mortar-Methoden wurde das Verfahren speziell angepasst, um trotz der Gitter-Rotation eine stabile Lösung zu erreichen. Das entwickelte Verfahren wird auf ein Radialgebläse angewandt, um die Strömungsschallquellen zu identifizieren. Dabei wird das frei ausblasende Laufrad mit dem Gebläse mit Spiralgehäuse verglichen.

Mo. 14:55 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Numerische Untersuchung der aeroakustischen Charakteristik des gekapselten Hubschrauber-Heckrotors

Jae Hun You und Christian Breitsamter

TU München

Die Reduzierung des Lärmpegels zur Erfüllung der immer schärfer werdenden Lärmzulassungsvorschriften ist eines der wichtigsten Themen, die Hubschrauberhersteller zu bewerkstelligen haben. Numerische Simulationen zur verfeinerten Erfassung der mit gekapselten Heckrotoren, wie z. B. Fenestron™, verbundenen Schallquellen ist daher im industriellen Entwurfs- und Analyseprozess erforderlich. Das vorherrschende Strömungsfeld des Fenestrons™ gestaltet sich sehr komplex, einerseits infolge der Gebläseströmung mit Rotor-Stator-Interaktion und Interferenz mit der Einhausung und Haltevorrichtungen und andererseits durch den Zellennachlauf mit abgelöster und wirbeldominierter Strömung, welche sich je nach Flugzustand stark auf die akustischen Verhältnisse des Fenestrons™ auswirkt. Ziel dieser Arbeit ist daher, einen Beitrag zum besseren Verständnis der Schallentstehungs- und Schallausbreitungsmechanismen dieser komplexen Konfiguration zu liefern. In den hier durchgeföhrten Untersuchungen werden die akustischen Charakteristiken, der für einen Transporthubschrauber abgestimmten Flugzustände, nämlich des Vorwärts- und des Schwebeflugfalles, mittels eines "hybriden Ansatzes" bewertet. Bei dieser Vorgehensweise werden die im Nahfeld liegenden Schallquellen des Fenestrons™ anhand numerischer Strömungssimulationen (ANSYS CFX, URANS-SST und -SAS Modell) erfasst. Die Schallausbreitung durch das Fernfeld wird mittels akustischer Analogie, hier Ffowcs Williams-Hawkins (FW-H) Verfahren (SpySI, Uni Erlangen), ermittelt. Die Aussagekraft des hier angewendeten hybriden Ansatzes wird anhand von Flugversuchsdaten bewertet.

Mo. 15:35 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Aero-Vibro Acoustics For Wind Noise Application

Marco Oswald

ANSYS Germany GmbH

The investigation of acoustic behavior of flow field becomes more and more the center of attention in several industry sectors. Especially in the automotive sector, more stringent requirements for noise prevention demand for additional engineering knowledge, not least in the field of CAE. Simulation tools can help to increase driver's comfort. This field of investigation is often called Noise Vibration and Harshness (NVH). This presentation is concerned with the incorporation of a method to predict sound (sound pressure spectrum up to 5000Hz) at the ears of a driver inside a car for sound originating from turbulent flow fluctuations in the air flow around the car. This is a three part problem: Sound generation (due to external air turbulence), sound transmission (through car body structure) and sound radiation (inside the car cabin from the car body to the ears of the driver). Besides introducing the methodology, an example of the generic car body (Hyundai Simplified Model, HSM) will be discussed and compared with experimental data. This is an example, which shows that in many cases, the measurements can't be separated into aero- and vibro-part. It is too expensive to stiffen geometry to prevent vibration. Here CAE will help.

Mo. 16:00 Seoul Vorkolloquium: Numerische Strömungsakustik

Validierung von Strömungsschallsimulation durch Vergleich mit Messungen

Johannes Kreuzinger und Florian Schwertfirm

Kreuzinger & Manhart Turbulenz GmbH

Bevor Strömungsschallsimulationen in Entwicklungsprozessen eingesetzt werden, müssen die Verfahren validiert werden. Oft werden dazu Simulationen mit Messungen verglichen und gefordert, dass die Simulationsergebnisse nur geringfügig von den Messwerten abweichen. Um dies zu erreichen, müssen Messung und Simulation sowohl genau als auch vergleichbar sein. Gleichermaßen gilt für die Auswertung der Daten. Am wichtigsten sind hierbei die Randbedingungen - insbesondere die Zuströmbedingung, die Körperoberflächen und der Messraum. Weitere zu beachtende Punkte sind: die Gitterabhängigkeit der Simulation, eine Validierung der Messung an sich, Umgebungsdruck und -temperatur während der Messung und ihre Auswirkungen auf die verschiedenen Messgrößen (Geschwindigkeiten, Drücke, Schallpegel, Spektren), die Frequenzanalyse der Zeitsignale, die Positionierung und die Eigenschaften der Messsonden, und die Frage, was eine ausreichende Übereinstimmung ist. Als Beispiele werden verschiedene Simulationen mit dem in MGLET implementierten hybriden Verfahren und die Vergleichsmessungen gezeigt. Anwendungsfälle sind KFZ-Klimaanlagen und deren Komponenten.

Fachvorträge und Poster am Dienstag, den 17.03.2015

Sitzung „Schallschutz im Wohnungsbau: Anforderungsgrößen, Schallschutzklassen, Schallschutz im eigenen Wohnbereich I“

Di. 14:00 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Anforderungsgrößen und Schallschutzklassen

Martin Schneider

Hochschule für Technik Stuttgart

Im November 2013 ist der dritte Entwurf zur Überarbeitung der DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" erschienen. Die Anforderungen an den Luftschallschutz werden hier wieder, wie in der noch gültigen Norm aus dem Jahr 1989, an das bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'w$ und nicht wie in den beiden vorangegangenen Entwürfen an die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz DnT,w gestellt. In diesem einführenden Vortrag zur strukturierten Sitzung "Schallschutz im Wohnungsbau - Anforderungsgrößen - Schallschutzklassen - eigener Wohnbereich" werden am Beispiel des Luftschallschutzes von Wohnungen die verschiedenen Anforderungsgrößen R , Dn und DnT mit ihren entsprechenden Einzahlkennwerten (Bsp. für R : Rw , $Rw +C$, $Rw + Ctr$ mit den entsprechenden Erweiterungen im Frequenzbereich) vorgestellt. Weiter wird die Höhe der in Deutschland geltenden baurechtlichen Anforderungen der DIN 4109 den Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz z.B. entsprechend VDI 4100 gegenübergestellt. Diese Werte werden für den Luftschallschutz mit den Schallschutzklassen des DEGA Schallschutzausweises und den Ergebnissen der COST Action TU0901 unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Kennwerte verglichen.

Di. 14:20 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

DEGA-Memorandum 'Eigener Wohnbereich'

Christian Burkhart

Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart

Die gestiegenen Ansprüche der Erwerber und Nutzer von Immobilien haben dazu geführt, dass immer häufiger die Frage nach dem Schallschutz im "eigenen Bereich" gestellt wird. Hierbei gilt es auch den Schallschutz in modernen Wohnformen mit offenen Grundrisse zu betrachten. Die heute immer häufiger anzutreffenden kontrollierten Wohnraumlüftungen führen häufig zu schalltechnischen Problemen im eigenen Wohnbereich. Bedingt durch die große Vielfalt an möglichen Grundrissen (offene Grundrisse, Maisonette-Wohnungen etc.) sind allgemeingültige Aussagen zu Schallschutzanforderungen innerhalb des eigenen Wohn- und Arbeitsbereichs nicht möglich. Die in den vorhandenen Regelwerken wie Beiblatt 2 zur DIN 4109, Ausgabe 1989 und VDI 4100, Ausgabe 2012 liefern Anhaltspunkte, behandeln das Thema jedoch leider nicht vollständig. Unter Berücksichtigung der Baupraxis der letzten Jahre sowie der

geänderten Lebensumstände und den daraus gestiegenen Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich empfiehlt der Fachausschuss drei Qualitätsstufen. Die Hintergründe und die Schallschutzstufen werden erläutert.

Di. 14:40 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Juristische Verwendung einer DEGA-Empfehlung am aktuellen Beispiel des Schallschutzes im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich

Steffen Hettler

Kapellmann und Partner Rechtsanwälte

Nach der BGH-Rechtsprechung gelten DIN-Normen und technische Regelwerke privatrechtlich als technische Empfehlung. Anerkannte Regeln der Technik lassen sich daher aus technischen Regelwerken immer nur durch Abgleich des Anwendungsbereiches mit dem vorliegenden Einzelfall entnehmen. Diese Einzelfallbetrachtung stellt die Fachplanung und Sachverständigenbegutachtung vor schwierige rechtliche Fragestellungen. Zum Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich war in diesem Zusammenhang oft zu hören, es gebe keine Regelungen und Anforderungen. Dies war schon im Hinblick auf die Inhalte im Beiblatt 2 zur DIN 4109 (1989) und in der VDI 4100 unzutreffend. Auf der anderen Seite helfen diese Inhalte zum Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich nicht weiter. Denn Nutzer stellen auch zum Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich erhöhte Qualitätsanforderungen an den Schallschutz. Hinzu kommen moderne Wohnformen (wie offene Grundrisse) oder technische Einrichtungen (z. B. Lüftungen) für energetisch effiziente Gebäude, die die Lösung vorhandener Lärmkonflikte nicht vereinfachen. Am aktuellen Beispiel einer DEGA-Empfehlung zum eigenen Wohn- und Arbeitsbereich soll in rechtlicher Hinsicht aufgezeigt werden, wie die Inhalte einer solchen DEGA-Empfehlung privatrechtlich zur Beurteilungsgrundlage für Fachplanung und Sachverständigenbegutachtung werden bzw. rechtsbelastbar zur Grundlage des geschuldeten Schallschutzes gemacht werden können. Als Ausgangspunkt soll dabei von unterschiedlichen Qualitätsstufen ausgegangen werden, für welche ein gesuchter Schallschutz rechtlich ermittelt und festzulegen ist.

Di. 15:00 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Erfahrungen mit der DEGA-Empfehlung 103 und dem Schallschutzausweis

Michael Wolf und Christian Burkhardt

Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhardt

Im Jahr 2009 wurde die DEGA-Empfehlung 103 "Schallschutz im Wohnungsbau" veröffentlicht. Zwischenzeitlich wurde ein Vielzahl an Gebäuden gemäß den Schallschutzklassen der DEGA-Empfehlung gebaut und für die Wocheinheiten Schallschutzausweise erstellt. Die Idee der Schallschutzklassen wurde inzwischen von vielen Produktherstellern aufgegriffen und auch von DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges

Bauen) wurde die Stärke der Schallschutzklassen erkannt und in die Anforderungen aufgenommen. Seit Erscheinen der DEGA-Empfehlung finden regelmäßig mit großem Erfolg Veranstaltungen im Rahmen der DEGA-Akademie statt, um die Hintergründe und Unterschiede zu anderen Regelwerken zu diskutieren und Übungsaufgaben mit den Teilnehmern zu besprechen und zu bearbeiten. Hierbei wird meist zur Überraschung der Teilnehmer deutlich, wie einfach die Erstellung eines Schallausweises ist. Über die bisherigen Erfahrungen an konkreten Projektbeispielen und die statistische Auswertung der erstellten Schallausweise wird berichtet.

Di. 15:20 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Abschätzung des maximal planbaren Schallschutzes im massiven Wohnungsbau

Andreas Meier

Müller-BBM GmbH

Die Anforderungen der DIN 4109 stellen das Grundgerüst für den baulichen Schallschutz im Wohnungsbau dar. Sie markieren unabhängig vom Baustoff oder sonstigen Anforderungen an das Bauwerk die untere Grenze, die mindestens einzuhalten ist.

In Abhängigkeit der Wünsche des Bauherrn wird oftmals ein gegenüber DIN 4109 erhöhter Schallschutz geplant. An solchen gesondert vereinbarten Anforderungen müssen sich alle am Bau Beteiligten messen und letztendlich verantworten lassen. Doch was ist in Abhängigkeit der Wünsche der angemessene Schallschutz? Bei der Beantwortung dieser Frage ist gerade in letzter Zeit bei vielen Baubeteiligten Unsicherheit festzustellen.

Bislang wurde versucht ausgehend von der Hörwahrnehmung Empfehlungen an den Schallschutz auszuarbeiten. Im Detail gestalten sich solche Herleitungen als schwierig und wenig präzise, da die Schwankungsbreite der Eingangsgrößen deutlich höher ist als die des erzielbaren Schallschutzes von Baukonstruktionen.

Dieser Beitrag geht den umgekehrten Weg. Er schätzt auf der Grundlage von praktischer Erfahrung Baukonstruktionen ab, die für einen hohen, maximalen Schallschutz im massiven Wohnungsbau durchsetzbar erscheinen. Hieraus ergeben sich schalltechnische Kennwerte, welche als Maximalwerte für den Wohnungsbau in Massivbauweise diskutiert werden können.

Di. 16:20 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I**Der Schallschutz im Hochbau ist nicht normbar**Gerhard Hilz*Müller-BBM GmbH*

Nach über 20 Jahren Bearbeitung der Überarbeitung DIN 4109 muss festgestellt werden, dass in Deutschland der Schallschutz im Hochbau, insbesondere höhere schalltechnische Qualitäten, im konsens aller am Bau Beteiligten nicht normbar ist. Anhand der historischen Entwicklung der DIN 4109 wird gezeigt, dass mit der Differenzierung von Bauweisen-/arten eine normative Festlegung eines sinnvollen erhöhten Schallschutzniveaus bei jeder Überarbeitung zurückgedrängt wurde. Gründe für das Scheitern wurden versucht herauszuarbeiten. Trotz fehlender Aussagen zum erhöhten Schallschutz wird dargestellt, warum der Entwurf 4109 November 2013 aus technischer Sicht die allgemeine Regel der Technik für den Schallschutz im Hochbau darstellt. Anhand der vorliegenden Stufenmodelle und unter Betrachtung der europäischen Bemühungen zur Definition des erhöhten Schallschutzes werden Ansätze zum Umgang mit der Situation diskutiert.

Di. 16:40 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I**COST Action TU0901 - Harmonisierung von Kennwerten und Klassifikationsschema für den baulichen Schallschutz - Eine Zusammenfassung der Ergebnisse**Reinhard Neubauer*IBN Bauphysik Consult*

In der europäischen Union gibt es für den baulichen Schallschutz die unterschiedlichsten Anforderungen und Schallschutzklassifikationen. Die Unterschiede sind nicht nur in der Qualität des Schallschutzes gegeben, sondern auch in den kennzeichnenden Größen. Um in den europäischen Mitgliedsstaaten einheitliche Kenngrößen, also harmonisierte Deskriptoren für die Beschreibung des Schallschutzes in Wohngebäuden zu entwickeln und gleiche Leistungsstufen von Schallschutzklassen zu definieren, wurde 2009 eine gemeinsame europäische Maßnahme: COST Action TU0901 "Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions", initiiert und im Januar 2014 abgeschlossen. Dieser Beitrag gibt einen Überblick der gemeinsam erzielten Resultate und stellt das veröffentlichte e-Book vor.

Di. 17:00 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Vergleich der Schweizer Schallschutzanforderungen für den Wohnungsbau mit den Schallschutzrichtlinien in Deutschland

Christoph Geyer und Andreas Müller

Berner Fachhochschule

Die bauakustischen Anforderungen für den Wohnungsbau in der Schweiz werden in der Richtlinie SIA 181, Ausgabe 2006 festgelegt. Diese Richtlinie formuliert Anforderungen an den Schallschutz gegen Außenlärm und an den Schallschutz im Gebäude gegen Nachbarschaftslärm aus fremden Nutzungseinheiten. Für den Wohnungsbau definiert die SIA 181 zwei Schallschutzniveaus: die Mindestanforderungen und den erhöhten Schallschutz. Der erhöhte Schallschutz ist bei Eigentumswohnungen verpflichtend. Als Maß für den Schutz gegen Außenlärm wird die spektral angepasste, volumenkorrigierte, bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle $D_{e,tot} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V$ verwandt. Analog wird für den Schallschutz gegen Innenlärm die spektral angepasste, volumenkorrigierte Standard-Schallpegeldifferenz $D'_{i,tot} = D'_{nT,w} + C_i - C_V$ für den Luftschallschutz und der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_i + C_V$ für den Trittschallschutz der trennenden Bauteile benutzt. Als physikalische Größe für den Schutz gegen Geräusche von technischen Anlagen in Gebäuden findet der A-bewertete Beurteilungspegel mit Volumenkorrektur $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V$ Verwendung. Die Schweizer Anforderungen werden den deutschen Anforderungen aus DIN 4109 und VDI 4100 gegenübergestellt und mit diesen verglichen.

Di. 17:20 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Aktueller Stand der Anforderung an den Schallschutz in ÖsterreichClemens Häusler^a und Christoph Lechner^b^a*bauphysik.at; b Amt der Tiroler Landesregierung*

Die Anforderungen an den Schallschutz in Österreich zählen traditionell zu den strengsten in Europa. Seit 1987 wird Luftschall mit der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ und Trittschall mit dem Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ beschrieben. Die maßgeblichen Anforderungen sind seit 1987 unverändert. Seit 2012 werden die Anforderungen durch Schallschutzklassen ergänzt. Einerseits werden die hohen Anforderungen als Kostentreiber bezeichnet, andererseits steigen die Beschwerden wegen unzureichendem Schallschutz. Seit Ende 2012 wird über eine grundlegende Überarbeitung der Anforderungen diskutiert. Nicht nur die Höhe der Anforderungen sondern die gesamte Struktur muss hinterfragt werden. Nach zwei Jahren zeigt sich, dass die unterschiedlichen "Wünsche" in einer starren Anordnung nicht abgebildet werden können. Ein grundlegend neues System, mit dem das bewährte Anforderungsniveau individuell angepasst werden kann, soll erarbeitet werden. Wohnräume, Schlafräume, Arbeitsräume, Nebenräume, Pufferräume als auch der eigene Wohnbereich sollen flexibler gestaltet werden.

können. Die ersten konkreten Ergebnisse, in einem noch längst nicht abgeschlossenen Prozess, werden zur Diskussion gestellt.

Di. 17:40 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Erfahrungen im Rahmen der Anwendung der Standard-Schallpegeldifferenz als Kennwert für die Beschreibung des Luftschallschutzes zwischen Räumen

Herbert Müllner

Versuchsanstalt am TGM Wien

Seit mehreren Jahrzehnten wird in Österreich mit entsprechenden Kenngrößen zwischen Schallschutz zwischen Räumen und der Schalldämmung von Bauelementen als Teil des Bauwerks unterschieden. Anhand von eingehenden Studien konnte damals gezeigt werden, dass zur Beschreibung des Luftschallschutzes zwischen Räumen die Schallpegeldifferenz in Zusammenhang mit den jeweiligen bauakustischen Gegebenheiten auch im Hinblick auf das Erleben der Bewohner eine sehr gut geeignete Größe darstellt. Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz DnT,w ist daher jener Kennwert, der in den Anforderungen an den Luftschallschutz je nach Nutzungsart der in Betracht zu ziehenden benachbarten Räumen vorgegeben wird. Dieses Konzept hat sich über die Jahrzehnte gut bewährt. Eine überwiegende Mehrheit, der im Rahmen Ende 2013 abgeschlossenen COST Action TU 0901 mitarbeitenden Experten hat die Anwendung der Standard-Schallpegeldifferenz als die geeignetste der bislang zahlreichen unterschiedlichen verwendeten Größen in Europa anerkannt und im Zuge der Harmonisierungsbestrebungen zur einheitlichen Anwendung in allen europäischen Ländern empfohlen. Wie in einigen anderen europäischen Ländern auch, wurden kürzlich in Österreich Schallschutzklassen etabliert, um bei der Auswahl der in Betracht zu ziehenden Anforderung an den Schallschutz differenzierter unterschiedlich hohen Ruheansprüchen gerecht werden zu können. Im Beitrag wird über die Erfahrungen der Anwendung der Standard-Schallpegeldifferenz sowie über die Orientierung hin zu den Schallschutzklassen berichtet.

Di. 18:00 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau I

Die neue VDI 4100:2012-10 - Ein Praxisbericht

Annika Moll

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH

Im Oktober 2012 wurde die neue VDI 4100 "Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz" veröffentlicht. Wesentlicher Unterschied zur Vorgängerversion von 2007 ist die Loslösung der drei Schallschutzstufen für einen erhöhten Schallschutz von der DIN 4109:1989-11 und die Umstellung der empfohlenen Schallschutzwerte von den Bauteilkenngrößen $R'w$ und $L'n,w$ (Schalldämmung) auf die raumbezogenen Kenngrößen $DnTw$ und $LnTw$ (Schallschutz). Damit setzt VDI 4100:2012-10 als erstes deutsches Regelwerk im Bereich Schallschutz die Bestrebung nach einer

Vereinheitlichung der Anforderungskenngrößen auf europäischer Ebene um. Zudem liefert VDI 4100:2012-10 erstmals das Handwerkszeug, den Schallschutz entsprechend den Bedürfnissen der Bewohner und den vorhandenen Gegebenheiten individuell zu planen. Die Umstellung auf die "neuen" Kenngrößen ist bis heute mit viel Unsicherheit und Kritik verbunden, da ein unverhältnismäßig hoher Rechen- und Beratungsaufwand befürchtet wird. Anhand von konkreten Beispielen aus der Praxis soll das neue Verfahren und die Herangehensweise an Projekte Schritt für Schritt erläutert werden. Im Vordergrund steht dabei die Umrechnung von DnTw, LnTw und LAFmax,nT auf R'w, L'n,w und LAFmax,n und die Auswahl der entsprechenden Raumsituationen bei Mehrfamilienhäusern mit unterschiedlich geschnittenen Wohnungsgrundrissen.

Sitzung „Raumakustik I“

Di. 14:00 Neu-Delhi

Raumakustik I

Zum Einfluss von Reflexionen und Nachhall auf die Abstandswahrnehmung in Konzertsälen

Winfried Lachenmayr^a, Cristina Zamorano^b, Eckard Mommertz^a und Malte Kob^b

^aMüller-BBM GmbH; ^bHochschule für Musik Detmold

Jüngere Studien haben gezeigt, dass das Gefühl der "Nähe" zur Schallquelle in Konzertsälen ein wesentliches Qualitätsmerkmal ist. Als Einflussgrößen für die Abstandswahrnehmung werden Pegel und die Verhältnisse von Direktschall, frühen Reflektionen und Nachhall sowie spektrale und binaurale Faktoren gesehen. Wie wichtig jedoch die verschiedenen Schallanteile bzw. deren Relationen zueinander sind, ist wenig bekannt und wird teils widersprüchlich diskutiert. In dem Beitrag werden Ergebnisse von Messungen und Hörversuchen in Konzertsälen, teils unter Verwendung von elektronischen Raumakustiksystemen, und in synthetischen Schallfeldern vorgestellt und diskutiert. Es wird versucht, objektive Schallfeldkriterien für das Gefühl der Nähe zu identifizieren.

Di. 14:20 Neu-Delhi

Raumakustik I

Werte binauraler Parameter in Europäischen Konzertsälen

Klaus-Hendrik Lorenz-Kierakiewitz

Peutz Consult GmbH

In diesem Vortrag werden Werte binauraler Parameter objektiver Messungen in diversen Europäischen Konzertsälen behandelt. Zur Vervollständigung der Untersuchungen zum Thema "Sprachverständlichkeit und Hörsamkeit in europäischen Konzertsälen", in deren Rahmen akustische Messungen in zahlreichen europäischen Konzertsälen, darunter Wiener Musikvereinssaal, Gewandhaus Leipzig, Stadtcasino Basel, Tonhalle Zürich, Concertgebouw Amsterdam und Royal Albert Hall, vorgenommen werden konnten, soll nun der Fokus auf die Auswertung der dort durchgeführten binauralen Raumimpulsantwortmessungen gelegt

werden. In den Sälen wurden dazu mittels eines Maximalfolgenmesssystems binaurale Raumimpulsantworten von äquivalenten Quellorten auf den Podien zu je einem Kunstkopfmikrofonort im mittleren Drittel des Parketts gemessen. Mit einem Auswertungsprogramm wurden zusätzlich zu den monauralen akustischen Parametern die binauralen akustischen Parameter IACC, IACCE3 und BQI berechnet und sollen hier präsentiert und verglichen werden. Im Verbindung mit der zuvor durchgeführten subjektiven Qualitätsbefragung von mehr als 100 Testpersonen mit Musikstimuli wird untersucht, inwieweit die so gewonnenen binauralen Parameterwerte im Vergleich zu den monauralen mit den subjektiven Qualitätsurteilen der verschiedenen identifizierten Hörergruppen korrelieren.

Di. 14:40 Neu-Delhi

Raumakustik I

Zur Reproduzierbarkeit psychoakustischer Messungen des Räumlichkeitseindrucks in Auditorien

Ingo Witew^a, Aleksandra Pieczykolan^b und Michael Vorländer^a

^a Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; ^b Institut für Psychologie, Universität Würzburg

In zwei früheren psychoakustischen Experimenten zu Einflussfaktoren auf die akustisch wahrgenommene Quellbreite (ASW) zeigte sich, dass die Variation von Lautheit und Frequenz signifikante Unterschiede in der Wahrnehmung der ASW hervorruft. Aufgrund teilweise identischer Versuchsbedingungen in beiden Experimenten erlauben die gewonnenen Daten sowohl eine Auswertung zur Stabilität der ASW-Wahrnehmung über unterschiedliche Messzeitpunkte hinweg, als auch die Analyse der interindividuellen Unterschiede. Es zeigte sich, dass die Einflüsse von Lautheit und Frequenz innerhalb der Probanden übereinstimmen, während das absolute Niveau sowohl zwischen den Probanden, als auch zwischen Messzeitpunkten stark schwankt. Anhand der Daten werden mögliche Einflüsse wie z.B. das Training von Probanden diskutiert. Die vorgestellte Auswertung gibt Hinweise wie die Methodik zur ASW-Forschung in zukünftigen Untersuchungen optimiert werden kann.

Di. 15:00 Neu-Delhi

Raumakustik I

Zur Raum- und Elektroakustik des Plenarsaals im neuen Parlamentsgebäude in Hanoi/Vietnam

Tobias Behrens und Wolfgang Ahnert

ADA Acoustics & Media Consultants

Im Jahre 2014 wurde der Plenarsaal im Neubau des Parlamentsgebäudes der Sozialistischen Republik Vietnam in Hanoi der Nutzung übergeben. Die Architektur in Form eines kreisförmigen Raums mit Deckenkuppel stellte eine anspruchsvolle Planungsaufgabe dar mit aufwändigen raumakustischen Maßnahmen und einer darauf angepasste Beschallungsanlage, die per Simulation geplant wurden. Der Beitrag stellt die raum- und elektroakustische Konzeption, Realisierung und die erzielten Ergebnisse dar.

Di. 15:20 Neu-Delhi

Raumakustik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 72)

Di. 16:20 Neu-Delhi

Raumakustik I

Akustische Aspekte beim Neubau der (Fach-)Hochschule Düsseldorf

Dieter Leckschat

FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

Die Fachhochschule Düsseldorf (demnächst: Hochschule Düsseldorf) bezieht ab 2015 mit 9.000 Studierenden einen Neubau im Stadtteil De- rendorf. Aus Akustik-Planerischer Sicht gibt es mehrere herausfordern- de Bereiche: So führt eine ICE-Bahnstrecke direkt am Gelände vorbei, ebenso wie eine Straßenbahnstrecke und eine Straße mit Kopfstein- pflaster. Derzeit im Bau sind akustische Messräume in Form eines Re- flexionsarmen Raums und eines Hallraums, welche entsprechend ent- koppelt aufgebaut werden müssen. Weiterhin gibt es im Fachbereich Medien ein Studiocluster mit Tonstudio, Bildstudio und einem Virtuellen Studio. Der Beitrag stellt die Ansätze zur Realisierung der Studioakustik vor. Diese beziehen sehr hochwertige Abhörbedingungen und auch ein Wellenfeldsynthese-System mit ein. Ebenso werden die Konzeption und einige Realisierungsaspekte der Messräume des Institute of Sound and Vibration Engineering (ISAVE) beleuchtet.

Di. 16:40 Neu-Delhi

Raumakustik I

Optimierung der Raumakustik in einem Theaterzelt

Johannes Eichinger, Heinz Hoock und Andreas Dantele
hoock farny ingenieure, Landshut

An die Raumakustik in einem Theaterzelt werden die gleichen hohen Anforderungen gestellt, wie sie in Theaterhäusern mit einer massiven Gebäudehülle erwartet werden. Die Rahmenbedingungen für eine aus- gewogene und zufriedenstellende Akustik sind jedoch aufgrund der un- günstigen akustischen Eigenschaften der Zeltplane sowie der begrenz- ten Möglichkeiten zur Integration von raumakustischen Maßnahmen un- gleich schwieriger. In der vorliegenden Untersuchung wurde die akusti- sche Gesamtsituation in einem Theaterzelt messtechnisch erfasst und im Hinblick auf unterschiedliche Nutzungen (Sprechtheater, Musikthe- ater) bewertet. In weiterer Folge wurden Verbesserungsvorschläge zur Optimierung der Raumakustik erarbeitet. Ein exakt nachgebildetes 3D- Modell des Theaterzeltes wurde mit den Messergebnissen der Nachhall- zeit abgeglichen, um die Bestandssituation realitätsnah wiederzugeben. Anhand von Strahlenverfolgungsberechnungen konnten Schwachstellen bezüglich der Sprachverständlichkeit aufgezeigt werden. Basierend auf Modellrechnungen wurden Maßnahmen zur Reduzierung der Nach- hallzeit erarbeitet und darüber hinaus ein Konzept entwickelt, um mit Hilfe von zusätzlich eingebrachten Reflektoren eine Verbesserung der

Sprachverständlichkeit im Zuschauerbereich zu erreichen. Nach Durchführung der empfohlenen Maßnahmen wurden die Auswirkungen bezüglich Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit nochmals messtechnisch erfasst und mit den Prognoseergebnissen verglichen.

Di. 17:00 Neu-Delhi

Raumakustik I

Flexible Akustik in Veranstaltungssälen durch den Einsatz von aufblasbaren Membranabsorbern

Jonas Schira^a und Niels Werner Adelman-Larsen^b

^aGerriets GmbH; ^bFlex Acoustics, Copenhagen

Die in der DIN 18041 von 2004 empfohlenen Nachhallzeiten in Räumen für musikalische Veranstaltungen werden weder nach der Nutzung von elektroakustischen Anlagen, noch nach der Stilrichtung der Musik aufgeschlüsselt. Hierdurch ergeben sich in Aufführungsräumen für elektronisch verstärkte (Pop- und Rock-) Musik meist zu lange Nachhallzeiten, die sowohl von den Musikern als auch vom Publikum als unvorteilhaft wahrgenommen werden. Die Verkürzung der Nachhallzeit vor allem im Bassbereich ist essentiell um den Musikgenuss bei Rock- und Pop-Veranstaltungen in solchen Räumen zu steigern. Dies zeigt sich in den Untersuchungen des Akustikers Niels Werner Adelman-Larsen, welche in 2008 veröffentlicht wurden. Um einen Veranstaltungsräum akustisch sowohl für klassische als auch für elektronisch verstärkte Musik auszulegen muss folglich eine flexible Akustik für den wichtigen Bassbereich installiert werden. Eine neuartige technische Lösung bilden die vom Co-Autor Niels Werner Adelman-Larsen entwickelten, aufblasbaren Membranabsorber. Sowohl der wissenschaftliche Hintergrund als auch die technische Umsetzung der aufblasbaren Absorber werden in diesem Vortrag behandelt.

Di. 17:20 Neu-Delhi

Raumakustik I

Verbesserung der Raumakustik in Sporthallen durch geneigte Prallwandkonstruktionen

Ralf König und Carsten Ruhe

TAUBERT und RUHE GmbH

Durch unzureichende Absorption/Diffusität der Wände können in Sporthallen Flatterechos auftreten, die die Nachhallzeit ansteigen lassen. Textile Prallschutzsysteme weisen keine ausreichende Schallabsorption auf, um dieses zu verhindern. Durch ein Neigen der Prallschutzverkleidungen kann die Diffusität erhöht werden. In dem Beitrag werden Ergebnisse von Schallmessungen aus zwei verschiedenen Sporthallen mit geneigten Prallschutzverkleidungen vorgestellt und diskutiert.

Di. 17:40 Neu-Delhi

Raumakustik I

Soundmanagement in Innenräumen von Transportsystemen: Stand der TechnikDaniel Sadra*Heinkel Engineering GmbH und Co.KG*

Soundmanagement kann in Innenräumen von Transportsystemen unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden. Zum einen aus psychoakustischer Sicht im Hinblick auf Kommunikation und zum anderen unter Gesichtspunkten, die sich bei der Beschallung von Räumen ergeben. Dieser Vortrag befasst sich mit dem aktuellen Stand der Technik zum Thema Sprachverständlichkeit in Innenräumen von Transportsystemen. Die Anforderungen an die Sprachverständlichkeit ist dann maßgeblich durch das Zusammenspiel der Faktoren Sicherheit, Komfort und Privatsphäre definiert. Derzeit ist die ganzheitliche Betrachtung der Sprachverständlichkeit in diesem Zusammenhang nur insoweit im Designprozess berücksichtigt, indem nach Festlegen des Designs numerische oder experimentelle Experimente durchgeführt werden. Insbesondere die Verknüpfung zu einem numerischen Optimierungsproblem stellt ein Problem dar, da die Modellierung eines raumakustischen Problems eine Vielzahl von Parametern benötigt, die sich zum Teil nur mit erheblichem messtechnischen Aufwand erfassen lassen (z.B. die akustischen Eigenschaften einzelner Oberflächen). In diesem Beitrag wird dargestellt, welche Verfahren aktuell zur Charakterisierung der Sprachverständlichkeit genutzt werden, um Kabinen und Innenräume zu beschreiben. Weiterhin werden Vor- und Nachteile analysiert, überprüft ob diese Verfahren bereits standardisiert sind und welche Probleme derzeit ungelöst sind.

Di. 18:00 Neu-Delhi

Raumakustik I

Zur Überarbeitung der DIN 18041(2004)Christian Nocke^a und Christian Burkhardt^b

^aAkustikbüro Oldenburg; ^bAkustikbüro Schwartzenberger und Burkhardt

Seit Oktober 2013 wird die DIN 18041 zur "Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen" überarbeitet und aktualisiert. Die aktuelle Fortschreibung der DIN 18041 wurde notwendig, um Trends der modernen Architektur zu berücksichtigen aber auch Erfordernisse an die Raumakustik für die Umsetzung der Inklusion festzuschreiben. Barrierefreies Bauen bedeutet auch auditive Barrierefreiheit. Thermisch optimierte Gebäude erfordern andere raumakustische Maßnahmen als die klassischen Absorber an der Decke, da die Decke mitunter thermische Funktionalität als Speichermasse übernimmt.

Rein formal sind weiterhin eine Reihe von Verweisen in der DIN 18041 anzupassen sowie Entwicklungen der Bautechnik und Materialentwicklung aufzugreifen. Die DIN 18041 aus dem Jahr 2004 wird vielfach als allgemein anerkannte Regel der Technik im Bereich der Raumakustik

angesehen. Somit sind keine allzu großen Änderungen bei den Vorgaben und Empfehlungen notwendig. Die aktuelle Überarbeitung konzentriert sich auf Klarstellungen und Ergänzungen dieses insgesamt sehr bewährten und in weiten Kreisen anerkannten Regelwerks.

Sitzung „Raumakustik (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:20 / Neu-Delhi, Poster-Forum: Di. 15:40 / Ebene 1

Dienstag

Raumakustik (Poster)

3D-Hall für ein Wellenfeldsynthese-System mit Deckenlautsprechern

Hendrik Bleier^a, Dieter Leckschat^b und Christian Epe^a

^a*FH Düsseldorf; ^bFH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering*

Ein Wellenfeldsynthese-System ohne Raumsimulation klingt trocken und die Schallquellenortung funktioniert wunderbar. Wollte man allerdings einen realistischen Raumeindruck erlangen, so musste man bisher aufwendig mehrere Hallspuren an das WFS-System schicken um sie dann als ebene Wellen wiedergeben zu lassen. Daher wurde ein 3D-Hall für Wellenfeld Synthese mit Deckenlautsprechern entwickelt, der direkt in das Rendering des Wellenfeldes eingebunden ist. Gearbeitet wird dabei mit eigens aufgenommenen 5-kanal Raumimpulsantworten, die jeweils eine virtuelle Wand repräsentieren. Der Hall einer jeden Schallquelle im Raum wird abhängig von ihrer jeweiligen Position im Raum berechnet. Unterschiedliche Laufzeiten zwischen den Schallquellen und den Wänden des Raumes führen dabei zu zeitlich versetzten Erstreflexionen. Durch die einzelne Berechnung jeder Wand zu unterschiedlichen Zeiten (in Relation zur Schallquelle) entsteht ein völlig unkorrelierter, diffuser Nachhall, welcher für eine gute Raumsimulation von Vorteil ist. Durch die Einbeziehung der Decke wird das Klangerlebnis noch realistischer.

Dienstag

Raumakustik (Poster)

The influence of scattering objects for room acoustic measurements

Martin Guski und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The precision of room acoustic measurements is influenced by a variety of factors. One open question is if the presence of the measurement operator has an influence on the evaluated room acoustic parameters. In this study a dummy person has been places in a real auditoria and measurements with and without this scattering object are compared with different microphone-dummy distances and arrangements. Large number of single measurements has been made to allow a statistical analysis of the results that is able to distinguish between the influence of the dummy and other fluctuations caused by uncertainty factors that are present all the time. The analysis show that the scattering object has a significant

effect on the reverberation time for most tested microphone positions and frequency bands. However, the magnitude of the error is small and less than the just noticeable difference.

Dienstag

Raumakustik (Poster)

Theoretischer und perzeptiver Einfluss einer Raum-in-Raum Wiedergabe

Andreas Haeussler und Steven van de Par

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

In der Raumakustik wird meist ein einzelner Raum und dessen Klangqualität betrachtet. Üblicherweise werden viele Aufnahmen wie Musikaufnahmen, Sprachaufnahmen etc. in einem Raum mit einer gewissen Raumakustik aufgenommen und in einem anderen Raum (z.B. zu Hause im Wohnzimmer) erneut wiedergegeben. Mathematisch kann diese Wiedergabekette als Faltung der Raumimpulsantwort des Aufnahmeraumes mit der des Wiedergaberaumes betrachtet werden. Dies führt unter anderem zu einer verlängerten Nachhallzeit, was mit einem Hörversuch zur Halligkeit untersucht wurde. Die Faltung zweier Raumimpulsantworten verändert ebenso die Form des Transienten, welcher durch die Faltung geglättet wird. Um diesen Effekt perzeptiv zu untersuchen, ist ein Rating Experiment zur Knackigkeit durchgeführt worden. Dabei ist zu erkennen, dass es grundlegende Limitationen bei dieser Wiedergabekette gibt, welche auf den Transienten zurückzuführen sind. Die Veränderung der zeitlichen Struktur kann auch im spektralen Bereich analysiert werden. Auffällig ist hier, dass sich die für einen Raum übliche Standardabweichung des logarithmischen Betragsspektrums von 5.57 dB um ca. $\sqrt{2}$ erhöht. Ein Hörversuch bestätigte, dass der Anstieg der Standardabweichung meist auch mit einer Erhöhung der Färbung einhergeht. Allerdings zeigt sich auch, dass die Standardabweichung des ungeglätteten Spektrums kein guter Schätzer für die Färbungsstärke ist.

Sitzung „Numerische Akustik I“

Di. 14:00 Singapur

Numerische Akustik I

SEA Simulation einer Flugzeugseitenwand und Korrelation zu Testdaten

Alexander Peiffer

Airbus Group Innovations

Im unteren bis mittleren Frequenzbereich wurden 2012 Vergleiche zwischen Tests und FEM- sowie hybrid FEM/SEA- Simulationen vorgestellt. Als Ergebnisfunktion diente dabei das Schalldämmmaß der Seitenwand. Während die Ergebnisse der Modelle im jeweiligen Gültigkeitsbereich gut übereinstimmen traten Diskrepanzen zur Messung auf. Die Seitenwand wurde während der Versuche mit über 184 Druck-, Kraft- und Beschleunigungssensoren ausgestattet. Die Analyse dieser einzelnen Antwortfunktionen lässt einen detaillierten Vergleich zwischen den Modellen

und dem Test zu. Dadurch können die vorhandenen Modelle wesentlich genauer mit der Messung verglichen werden. Zusätzlich wurde für den hochfrequenten Bereich ein reines SEA Modell erstellt welches in die detaillierte Modellanpassung mit einbezogen wurde. Die Vergleiche zeigen, dass die Simulation komplexer Doppelwandstrukturen mit akustischen Isolationsmaterialien die Grenzen der aktuellen Verfahren und Werkzeuge aufzeigen. Das gilt sowohl für die Messung als auch für die Simulation.

Di. 14:20 Singapur

Numerische Akustik I

Polynome Approximation des Einfügedämmmaßes speziell geformter Lärmschutzwände

Holger Waubke und Christian Kaseß

Osterr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung

Im Rahmen des Programms RELSKG (FFG Nr.: 2869208) wurden mittels der Randelemente Methode die Einfügedämmmaße gekrümmter, geknickter und T-förmiger Wände mit und ohne Absorption gegenüber einer geraden Wand bestimmt. In den Berechnungen wurde eine kohärente Linienquelle und eine unendlich lange Lärmschutzwand mit konstanten Querschnitt vorausgesetzt, damit eine Berechnung in 2D möglich ist. Die Annahme einer kohärenten Linienquelle führt zu Interferenzeffekten, welche durch Mittelung über Oktavbandbreite abgemildert werden. Als Stützpunkte der Spektren wurden Terzmittelfrequenzen gewählt. Im Rahmen des Programms RELSKG wurde eine lineare Approximation der Ergebnisse über dem Umweg vorgenommen. Dabei wurden Bereiche mit Direktschall, einer und soweit vorhanden zwei Brechungskanten getrennt behandelt. Weitergehende Untersuchungen haben ergeben, dass sich der Approximationsfehler bei hohen Frequenzen weiter reduzieren lässt, wenn man anstelle des Umwegs den Quellwinkel und den Zielwinkel verwendet und zusätzlich anstelle der linearen Regression ein Polynom vierten Grades in der Regression verwendet.

Di. 14:40 Singapur

Numerische Akustik I

Modelling the Sound Diffraction at Modified Noise Barriers

Wolfram Bartolomaeus

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Sound diffraction at noise barriers leads to a decrease of wanted noise abatement. This effect is more pronounced in the low frequency range. One possibility to alleviate this is to modify the top of the barriers. To calculate the insertion loss the Boundary Element Method (BEM) is often used but in most cases only in two dimensions. This leads to two difficulties. First the source is modeled as a coherent line source instead of an incoherent point source. This is far away from reality for the situation of moving vehicles radiating sound while passing by the barrier. Secondly the sound arriving to the barrier from larger angles in reference to the

perpendicular case is not modeled correct. This may lead to an overestimation of the noise abatement of the barrier. One possibility to overcome these shortcomings is to use a Finite Difference in Time Domain (FDTD) model with a suitable sound source model. Here a model will be presented, consisting of solving the Fresnel Integrals of the Fresnel Diffraction Theory for an acoustically hard barrier edge. From this the insertion loss for a complete pass-by of a vehicle, modeled as a coherent point source, is calculated.

Di. 15:00 Singapur

Numerische Akustik I

Source Directivity in the Wave Based WRWes Simulation

Rob Opdam, Diemer de Vries und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Using complex source directivities in boundary element method (BEM) simulations usually requires ample knowledge about the source and requires a fine structured mesh of the source geometry. Furthermore, the normal velocities of the vibrating surfaces have to be known. Though, usually the source directivity is already known from measurements and therefore a simple definition in the simulation of the source and its directivity would be of advantage. An extension of the WRWes method is presented that can handle measured directivities, without having a mesh of the source geometry. The results are compared with a BEM benchmark and a monopole decomposition of a predefined directive source.

Di. 15:20 Singapur

Numerische Akustik I

Simulation der Schallabstrahlung großer Strukturen mit Hilfe von hierarchischen Matrizen

Boris Dilba^a, Otto von Estorff^b und Olgierd Zaleski^a

^aNovicos GmbH; ^bTU Hamburg-Harburg

Die schnelle Boundary-Elemente-Methode (BEM) der hierarchischen Matrizen ermöglicht es, vollbesetzte Systemmatrizen mit quasi linearem Aufwand von $O(n \log(n))$ zu verarbeiten, so dass auch Probleme mit über 1 Million Freiheitsgraden gelöst werden können. Speziell für große schallabstrahlende Strukturen ist das Verfahren der hierarchischen Matrizen sehr gut geeignet. Zum einen ist es durch den algebraischen Ansatz sehr robust und zum anderen sehr effizient, da geometrisch weit voneinander entfernte Cluster sehr gut komprimiert werden können. Für Außenraumprobleme ist es wichtig, dass die BEM-Gleichungen regulärisiert werden, so dass das Auftreten von irregulären Frequenzen vermieden werden kann und das Problem eine eindeutige Lösung besitzt. Eine weitverbreitete Methode zum Regularisieren des Außenraumproblems ist das Vorgehen von Burton-Miller, bei dem die BEM-Operatoren durch einen komplexen Koppelfaktor miteinander kombiniert werden. In

diesem Beitrag wird eine weitere Methode vorgestellt, die die BEM-Gleichungen durch Kombination der BEM-Operatoren regularisiert. Dabei wird gezeigt, dass die resultierende BEM-Gleichung eine sehr günstige Eigenwertclusterung besitzt, so dass nur wenige Schritte eines iterativen GMRES-Lösers benötigt werden. Anhand von Beispielen großer schallabstrahlender Strukturen wird verdeutlicht, dass die H-Matrix-BEM speziell für Probleme mit vielen rechten Seiten ein sehr effizientes Simulationswerkzeug darstellt.

Di. 16:40 Singapur

Numerische Akustik I

A solution of the Helmholtz equation with nonconforming finite elements on nonmatching grids

Polina Marinova, Andreas Mersmann und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

In the context of vibro-acoustic FE analysis the need of subdomains coupling is an integral part of the calculation process. The application of methods as FETI/BETI assumes an independent subdomain modeling and discretization, which often results in nonmatching grids. The commonly used tool to ensure proper solution continuity through the subdomain interfaces is known as the Mortar technique. The standard Mortar technique imposes at the interfaces condition of weak continuity on the solution. On the other hand the interest in the nonconforming finite elements stays constant during the last years, due to the relative sparse matrices one needs to handle during the implementation. In the current contribution a Mortar technique is presented for the solution of the Helmholtz equation discretized with nonconforming FE elements on nonmatching grids. The technique has been proven reliable for elliptic partial differential equations and holds a potential for delivering good results and decreasing the computation time. The aim of this work is to investigate the possible benefits from both independent meshing and nonconforming elements for the solution of the Helmholtz equation. The results from the application of the approach are compared to the results obtained for the nonmatching grids with standard conforming Lagrange elements.

Di. 17:00 Singapur

Numerische Akustik I

Inversen-Reihenentwicklung zur Gleichungslösung bei der Analyse intervallbehafteter vibro-akustischer FE-Systeme

Lydia Mayer und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Berechnungsverfahren wie die Finite-Elemente-Methode finden aufgrund der immer kürzer werdenden Entwicklungs- und Lebenszyklen von Produkten zunehmend Verwendung bei der vibro-akustischen Systemauslegung und -optimierung. Um mit Hilfe von Berechnungen aussagekräftige und zuverlässige Prognosen erstellen zu können, sollten numerische Modelle in der Lage sein, Parameterunsicherheiten zu berücksichtigen. In einem frühen Stadium der Produktentwicklung sind zudem

viele Einflussfaktoren noch nicht genau bekannt. Mithilfe von Intervallen für unsichere Parameter können entsprechend die Grenzen jedoch nicht eine gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zu den meisten der Praxis relevanten Verfahren ermöglicht die Intervallarithmetik die Auswertung eines unsicheren numerischen Modells mit einer einzelnen Berechnung. Problematisch ist dabei jedoch die Notwendigkeit, bestimmte Rechenregeln anzuwenden, die zum einen in kommerzieller Software nicht hinterlegt sind und zum anderen meist eine deutliche Überschätzung des Ergebnisintervalls zur Folge haben.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Lösung eines intervallbehafteten Gleichungssystems zur Analyse eines vibro-akustischen FE-Modells. Dabei wird das Gleichungssystem nicht mittels gängiger Lösungsalgorithmen für intervallbehaftete Systeme gelöst, sondern die Lösung über eine Reihenentwicklung der Inversen der Systemmatrix angenähert. Dieses Vorgehen ermöglicht die Ermittlung eines Ergebnisintervalls mit geringer Überschätzung ohne die Notwendigkeit der Anwendung von Intervallarithmetik.

Di. 17:20 Singapur

Numerische Akustik I

Die Fuzzy-EFEM zur Berücksichtigung von Parameterunsicherheiten bei hochfrequentem Körperschall

Bernd Stritzelberger, Alexander Yefremov und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Numerische Simulationen sind ein wichtiger Bestandteil bei der Untersuchung dynamischer Eigenschaften von vibro-akustischen Systemen. Mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) oder der Boundary-Elemente-Methode (BEM) existieren dabei etablierte Verfahren, die jedoch im Rahmen einer hochfrequenten Analyse großer Strukturen eine effiziente Berechnung aufgrund der enormen Anzahl von Freiheitsgraden stark erschweren. Soll im Entwurfsprozess zudem eine Parametervariation im Sinne einer Optimierung oder für eine Abschätzung des Konfidenzintervalls bei Parameterunsicherheiten betrachtet werden, ist die Anwendung der klassischen Methoden nahezu unmöglich.

Eine alternative, energiebasierte Methode für die Vorhersage dynamischer Eigenschaften stellt die Energie-Finite-Elemente-Methode (EFEM) dar. Als Freiheitsgrade werden räumlich und zeitlich gemittelte Energiedichten über eine wellenbasierte Energieflussgleichung bestimmt. Die Lösung erlaubt ein grobes Rechengitter, unabhängig von der Frequenz. Die Methode zeigt damit das Potenzial, auch im hohen Frequenzbereich und bei gleichbleibendem Ressourcenaufwand große Strukturen effizient berechnen zu können.

Die Fuzzy-EFEM wird als eine Weiterentwicklung der EFEM vorgestellt. Hierbei ist die Fuzzy-Arithmetik zur Beschreibung von Parametervariationen direkt in die klassische Matrix-Formulierung integriert. Über eine Einzelrechnung mit vertretbarem Mehraufwand können so die Einflüsse

von unsicheren Parametern auf das Ergebnis ermittelt werden. Gegenüber einer stochastischen Betrachtung mit vielen Einzelrechnungen wird durch die neue Formulierung die Effizienz der Methode weiter gesteigert sowie ihr Anwendungsfeld erweitert.

Di. 17:40 Singapur

Numerische Akustik I

Finite-Elemente-Modelle für anisotrope Dämpfung

Matthias Klärner^a, Mario Wöhrl^a, Lothar Kroll^a und Steffen Marburg^b

^a Technische Universität Chemnitz; ^b Universität der Bundeswehr München

Dünnwandige Leichtbaustrukturen aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) sind durch die hohe spezifische Steifigkeit sensitiv für Strukturschwingungen und damit auch für eine große Schallabstrahlung. Speziell faserverstärkte Verbundwerkstoffe weisen jedoch über die Variation der Werkstoffkomponenten und Faserorientierungen umfangreiche Möglichkeiten der Beeinflussung der dynamischen Bauteileigenschaften auf. Die strukturdynamische Auslegung der Verbundbauteile mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) ermöglicht daher auch eine vibroakustische Optimierung. FKV weisen dabei nicht nur anisotrope elastische Eigenschaften auf. Ferner sind ist auch die Schwinungsdämpfung in einem weiten Bereich über den Laminataufbau bzw. die Faserorientierung einstellbar. Für die Ermittlung und Modellierung anisotroper Dämpfung von schichtweise orthogonale endlosfaserverstärkten Kunststoffen existiert ein dreiparametrisches analytisches Dämpfungsmodell nach ADAMS/BACON, welches zunächst für Balken entwickelt und in der Folge auf Platten erweitert wurde. Es basiert ähnlich der klassischen Laminattheorie auf der Homogenisierung der Einzelschichten, also zunächst einer schichtweisen Modellierung, der Richtungstransformation in ein Laminatkoordinatensystem und der Akkumulation der Einzelschichten. Dementgegen verfügen kommerzielle FE-Systeme über vielfältige Dämpfungsmodelle, jedoch nicht für anisotrope FKV. Im vorliegenden Paper wird die Möglichkeit der Abbildung des anisotropen Dämpfungsmodells nach ADAMS/BACON mit herkömmlichen Simulationsmethoden vorgestellt und an einfachen Beispielen erprobt.

Di. 18:00 Singapur

Numerische Akustik I

Status on State of art in PEM simulation for the automotive industry

Arnaud Caillet und Denis Blanchet

ESI GmbH

During the last decade, big progresses were made on software and hardware sides allowing an efficient use of PEM elements to represent explicitly the trims for the FEM simulation of full vehicles. Representing the trims as PEM elements in FEM vehicle models allows a more accurate description of the physical behavior up to 400Hz for structureborne excitations compare to the classical method using the non structural masses and high values of damping in the fluid domain which shows limitation

after 200Hz. This paper will make a review of the state of the art techniques for modelling porous and elastic trims with PEM through the existing literature in the automotive industry. The focus will be made on the full vehicles scale interior acoustic for structureborne excitations and on component scale for the analysis of transmission loss. The paper will discuss about the most commonly accepted meshing rules, the latest development of efficient meshing technics. The effect of the boundary conditions on the results will also be studied. Finally an overview of the different results available to the end user to diagnose and evaluate the performances of the design changes implemented in the model will be presented.

Sitzung „Lärmschutzpolitik - quo vadis? I“

Di. 14:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Lärmschutzpolitik - Quo vadis? Einführung in die Strukturierte Sitzung

Michael Jäcker-Cüppers

Arbeitsring Lärm der DÉGA

Die Strukturierte Sitzung des ALD "Lärmschutzpolitik - quo vadis?" behandelt und bewertet den Stand der Lärmschutzpolitik in Deutschland und Europa, ihre Fortschritte, Defizite und Perspektiven. Für die wichtigsten Lärmquellen soll die Lärmschutzpolitik aus der Sicht der unterschiedlichen Akteure dargestellt werden: Betroffene, Verbände, Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Im einleitenden Vortrag wird in einer Gesamtschau die Zersplitterung der Lärmschutzpolitik in separate, quellenbezogene Regelungen dargestellt, die sich hinsichtlich der Schutzziele, Minderungsprinzipien, Zuständigkeiten und Verfahren unterscheiden. Die Tendenzen zur Lockerung von bewährten Schutzregelungen wird diskutiert und eine quellenübergreifende, harmonisierte und konsistente sowie aufeinander abgestimmte Lärmschutzpolitik zur Erreichung eines hohen Schutzniveaus bezogen auf die Gesamtbelastung wird angemahnt.

Di. 14:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Wofür Lärbetroffene kein Verständnis haben: Die Vielfalt der Vorschriften

Uwe Ritterstaedt

Ing. Büro f. Schallschutz, Neuss

Der Beitrag beschreibt, wo die Lärmschutzpolitik heute steht und wo aus Sicht des Autors dringender Handlungsbedarf besteht. Für Lärbetroffene ist es z.B. nicht nachvollziehbar, dass verschiedene Lärmarten derart unterschiedlich beurteilt werden und dass in den meisten Fällen keine Zusammenfassung möglich ist. Ferner wird erneut das Dezibel(A) als alleinige Beurteilungsgröße hinterfragt. Zum Schluss wird ein Lösungsvorschlag unterbreitet, der allerdings eine erhebliche Vorarbeit

durch Lärmwirkungsstudien erfordert. Somit kann der Vorschlag nur eine mögliche Langzeitperspektive aufzeigen.

Di. 14:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Schutz vor Umgebungslärm - Stand, Perspektiven, Probleme und Lösungen

Franz-Josef Feldmann

Ministerialrat a.D.

Der Beitrag beleuchtet kurz die hohe Belastung der Bevölkerung mit Umgebungslärm, um sich dann der Frage zuzuwenden, wie eine Trendwende herbeigeführt werden kann. Dabei geht es vor allem um den ungeminderten Verkehrslärm, aber auch um den Sport- und Freizeitlärm, wo veränderte Lebensweisen und Tagesrhythmen sowie eine immer weiter um sich greifende Event-Kultur weitere Belastungen besorgen lassen. Beim Nachbarschaftslärm stellt die zunehmende Verwendung von stationär im Freien betriebenen Geräten (Klimageräte etc.) ein neues Problem dar. Darüber hinaus stellen neue Leitbilder der Kompakten Stadt mit Innenentwicklung und baulicher Verdichtung den Lärmschutz vor neue Herausforderungen.

Bei dem politisch im Vordergrund stehenden Verkehrslärm hat die Lärmarktionsplanung bislang leider wenig gebracht. Es braucht mehr Geld und Befugnisse zur Umsetzung der Pläne. Auch das hergebrachte Lärmschutzinstrumentarium muss verbessert werden. Der Koalitionsvertrag will hier neue Impulse geben. Der Stand der Technik zur Geräuschminde rung muss konsequenter in die Praxis umgesetzt werden. Da der bauliche Schallschutz insbesondere an bestehenden Schienenwegen nur schleppend voran kommt, müssen die Sanierungsprogramme unter Berücksichtigung des Gesamtlärms von Straße und Schiene ausgebaut und rechtlich abgesichert werden. Aber Schallschutzfenster sind dabei letztlich keine nachhaltige Lösung. Regelungen für lärmbedingte Verkehrsbeschränkungen und lärmabhängige Nutzungsentgelte fehlen oder greifen zu kurz, auch wenn es darum geht, notfalls die Nachrüstung der lauten Güterwagons durchzusetzen. Zum Schutz vor Flug lärm sind Regelungen für Nachtflugverbote und Lärmkontingente an Bestandsflughäfen dringend erforderlich. Und für die leidige Festlegung der Flugrouten braucht es mehr Transparenz und vor allem einen stärkeren Schutz der Nachtruhe. Im Ergebnis müssen alle Handlungsfelder des Lärmschutzes weiter entwickelt werden, und zwar im Sinne eines ausgewogenen Ansatzes, der seinem Anspruch gerecht wird.

Di. 16:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Verkehrslärmwirkungsforschung in DeutschlandDirk Schreckenberg^a, Uwe Müller^b und Heinrich Weyer^b^a*ZEUS GmbH; b Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum*

Verkehrslärm zählt zu den wesentlichen Umweltbelastungen in unserer Gesellschaft. Wer in der Umgebung von Verkehrsanlagen lebt, fühlt sich teils stark belästigt, in Aktivitäten und im Schlaf gestört, und hat den Wertverlust der eigenen Immobilie und gesundheitliche Beeinträchtigungen zu befürchten. Angesichts des anhaltend wachsenden Verkehrs erwarten Betroffene von Politik und Verkehrsträgern wirksame Maßnahmen gegen die zunehmende Lärmbelastung. Jüngste Debatten, zeigen allerdings, dass trotz der Erkenntnisse aus Einzelstudien grundlegendes Wissen für die ganzheitliche Beurteilung von Verkehrslärmwirkungen - von der Wirkung einzelner Mechanismen bis hin zur Wirkung komplexer Lärmsituationen - fehlt. Vor diesem Hintergrund hat der Forschungsverbund Leiser Verkehr unter Mitwirkung von Psychologen, Akustikern, Medizinern und Verkehrsexperten eine Studie initiiert, in der Erkenntnisse zu Verkehrslärmwirkungen skizziert, Defizite aufgezeigt und Handlungsempfehlungen für eine zielgerichtete, effiziente Wirkungsforschung zum Verkehrslärm abgeleitet werden. Die Studie basiert auf einer Analyse des wissenschaftlichen Standes und einer Erhebung des Erkenntnisbedarfs in relevanten gesellschaftlichen Gruppen. Hierzu wurden neben einschlägigen Fachleuten auch Vertreter von Betroffenenverbänden, der öffentlichen Hand, Verkehrsträger und der Fahrzeug- und Verkehrssystementwicklung zu ihren Erwartungen an die Wirkungsforschung befragt. Dieser Beitrag fasst wesentliche Ergebnisse der Studie zusammen.

Di. 16:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Wie komplex dürfen / müssen Richtlinien zur Lärmbewertung sein?Detlef Krahé*Bergische Universität Wuppertal*

Die A-Bewertung, schon vor über 80 Jahren angewandt und heute noch wesentlicher Bestandteil der meisten Lärmbeurteilungsverfahren, hat bekanntlich ihre Schwächen, die hier aber nicht thematisiert werden sollen. Die technisch begrenzten Möglichkeiten erlaubten damals nur diese erste Näherung der frequenzabhängigen Hörempfindlichkeit durch ein simples Filter. Mit den heutigen technischen Möglichkeiten ließen sich Beurteilungsverfahren realisieren, die unter Berücksichtigung komplexerer psychoakustischer und physiologischer Erkenntnisse eine wesentlich konsequenteren Bewertung z.B. der Lästigkeit von Lärm zuließen. Doch noch nicht einmal der Toleranzbereich im Bereich tiefer Frequenzen wurde stärker eingegrenzt, obwohl im Zeitalter der digitalen Signalverarbeitung dies überhaupt kein Problem sein sollte. Da stellt sich zum einen die Frage, warum das so ist, und zum zweiten die Frage, ob dies jetzt für alle

Zeiten Bestand haben soll. Das Warum wird gelegentlich mit der Konsistenz der Daten und den daraus gewonnenen Erkenntnissen begründet, die über viele Jahrzehnte gewonnen wurden, ohne immer zu wissen, unter welchen Rahmenbedingungen sie gewonnen wurden. Über weitere Gründe lässt sich trefflich spekulieren. Gleiches gilt für die zukünftige Entwicklung. Von den Algorithmen her dürften Bewertungsverfahren wesentlich komplexer sein; leistungsstarke Prozessoren schon in einfachen Pegelmessern machen es möglich. Aber wieweit können diese komplexeren Verfahren in neuere Richtlinien für einen konsequenteren Lärmschutz eingehen?

Di. 17:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Der Einsatz der Psychoakustik zur Bewertung von Umweltgeräuschen

André Fiebig und Klaus Genuit

HEAD acoustics GmbH

Lärm ist Schall, der für Betroffene unerwünscht ist oder geeignet, sie psychisch, physisch, sozial oder ökonomisch zu beeinträchtigen. Eine präzise Ermittlung derartiger Beeinträchtigungen durch Umweltgeräusche allein auf Basis eines gemittelten Schalldruckpegels ist nur eingeschränkt möglich. Die Psychoakustik als interdisziplinärer Ansatz zwischen Akustik, Audiologie und Psychologie stellt detaillierte Informationen über die Eigenschaften von Umweltgeräuschen bereit, die das charakteristische Hörempfinden des Menschen widerspiegeln. Damit lässt sich die Wirkung von Umweltgeräuschen auf Betroffene zuverlässig abschätzen. Beispielsweise erlaubt die Berücksichtigung der psychoakustischen Größen Lautheit nach DIN 45631/A1 und Schärfe nach DIN 45692 eine differenziertere Aussage über die Ausprägung eines Schallereignisses als ein einfaches Schalldruckpegelmaß. Experimente haben gezeigt, dass die Wahrnehmung der Lautstärke besser mit dem psychoakustischen Parameter Lautheit als mit dem A-bewerteten Schalldruckpegel korreliert. Die Hörempfindung Schärfe erfasst dagegen den Aspekt, dass Geräusche, die ihren energetischen Schwerpunkt im Bereich hoher Frequenzen haben, als scharf wahrgenommen werden. Dies führt in der Regel zu einer Erhöhung der Geräuschbelästigung. Der Beitrag erörtert aktuelle Untersuchungsergebnisse im Bereich der Bewertung von Umweltgeräuschen auf Basis psychoakustischer Größen. Ferner werden Einsatzbereiche der Psychoakustik zur detaillierten Abschätzung der Wahrnehmung von Geräuschen und deren Wirkung auf den Menschen diskutiert.

Di. 17:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

A joint evaluation of interviews of sound perception and noise mapping: a case study in Aachen.Margret Sibylle Engel^a, Teresa Schmidt^b und Janina Fels^a^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen;* ^b*Communication Science & Human-Computer Interaction Centre, RWTH Aachen*

The aim of this study is to evaluate and demonstrate spatially the sound perception on four points in the central region of Aachen. Therefore, the results of noise mapping of the region and sound perception interviews during daytime on four points are evaluated. The sound perception results were plotted at each point using the tools from the software ESRI - ArcGIS. The first part of the questionnaire of sound perception contained questions about the perception of the location which includes: perception of sound intensity, acoustic comfort, nuisance and restoration of the well-being through the sonic environment; the second part of the questionnaire was an auditory evaluation like: auditory classification, existence of hearing problems, and use of hearing aids. The results showed that questions about acoustic comfort, nuisance, and restoration of wellness through the sonic environment should be compared with other acoustic indices, since the equivalent sound pressure level (LAeq) does not represent the sound perception based on the results of the questionnaire.

Di. 17:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Straßenverkehrslärm - Stand der Dinge, Defizite, Lösungsvorschläge aus Sicht des VCDMichael Ziesak*Verkehrsclub Deutschland*

Über die Hälfte der Bevölkerung in Deutschland fühlt sich allein durch Straßenverkehrslärm belästigt. Auch wenn es in der Vergangenheit technische Optimierungen an Fahrzeugen und Reifen gab, ist die Lärmbelastung auch wegen des Verkehrswachstums nicht gesunken. Die von der europäischen Ebene verabschiedeten neuen Grenzwerte für Pkw und Lkw versprechen im nächsten Jahrzehnt keine signifikante Verbesserung. Auch das Elektro-Automobil wird in den nächsten Jahren keinen Beitrag leisten können. Neben kostenintensiveren lärmindernden Fahrbahnbelägen und passiven Lärmschutzmaßnahmen (Infrastruktur), deren Finanzierung derzeit nur eingeschränkt gegeben ist, sind weitere nicht-technische Lösungen zur Reduzierung des Straßenverkehrslärms dringend geboten.

Di. 18:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik I

Leise Straßen - Eine Herausforderung für Straßenbau und -betriebThomas BeckenbauerMüller-BBM GmbH

Angesichts des prognostisch gerade wieder bestätigten Straßenverkehrswachstums, insbesondere im Güterfernverkehr, steht das Straßenverkehrswesen vor schwierigen Aufgaben. Neben der erforderlichen bautechnischen Ertüchtigung der Verkehrswege führt die Verkehrsmechanizenzunahme, insbesondere aber die nutzfahrzeuglastige Veränderung der Verkehrszusammensetzung auf den Straßen zu immer umfangreicher technischen Schallschutzmaßnahmen. Kann dieser Entwicklung nicht anderweitig Einhalt geboten werden, muss sie akustisch durch eine bessere Geräuschminderung im System Fahrzeug-Reifen-Fahrbahn kompensiert werden, um den Lärmschutz zu gewährleisten. Fahrbahnbelagseigenschaften spielen dabei eine wesentliche Rolle. Der Beitrag geht auf die erforderlichen und am Bau realisierten Eigenschaften geräuschmindernder Fahrbahnbeläge ein und zeigt wie die akustische Streuung der Ausführungsqualität und die Dauerhaftigkeit der akustischen Wirkung die Einsetzbarkeit geräuschmindernder Bauweisen beeinflussen. Die Herausforderungen eines verlässlichen und zukunftsweisenden Baus geräuschmindernder Straßen werden skizziert.

Sitzung „Psychoakustik I“

Di. 14:00 Kiew

Psychoakustik I

Modeling localization and word recognition in a multitalker settingAngela Josupeit und Volker HohmannCvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all

In "cocktail party" situations with multiple talkers, listeners are able to identify, track and understand a target talker. This study investigates an auditory model framework to simulate aspects of this "Auditory Scene Analysis". In particular, a call-sign-based listening task with spatially separated talkers [Brungart and Simpson, Perception & Psychophysics, 2007, 69 (1)] is modeled. The subject's first task is to identify the target talker's identity and location via a fixed call-sign ("Baron"). This is obtained by a template matching procedure using harmonicity features to identify target-dominant time-frequency bins, which serve as a basis for the readout of target-related binaural information [cf. Josupeit and Hohmann, DAGA 2014]. The subject's second task is to recognize the color and number words uttered by the target talker. This is obtained by extracting the target-related harmonicity features based on the previously estimated location. The most likely color and number are then estimated using a "reverse" template matching procedure. Pilot tests show that both the identification of the target talker and its location, as well

as the recognition of color and number work well for two talker conditions and that performance degrades for more talkers. [supported by DFG SFB/TRR 31]

Di. 14:20 Kiew

Psychoakustik I

Automatische Erkennung von Abschnitten mit kritischer Sprachverständlichkeit für Normal- und Schwerhörende in Film und Fernsehen

Moritz Wächtler^a, Jan Rennies^b und Birger Kollmeier^c

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bFraunhofer IDMT; ^cCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'
Eine häufige Beschwerde seitens der Rezipienten von Filmen und Fernsehprogrammen betrifft die unzureichende Sprachverständlichkeit aufgrund der im Verhältnis zur Sprache zu hohen Lautstärke von Musik und Hintergrundgeräuschen. Der relativ hohe Altersdurchschnitt der Zuschauer der öffentlich-rechtlichen Sender legt nahe, dass Effekte der Altersschwerhörigkeit hierbei eine wichtige Rolle spielen. Für die Mischung der Audiospuren verantwortliche Tonmeister verfügen über ein geschultes Gehör und sind zudem mit dem Audiomaterial vertraut, wodurch ihnen eine zielgruppengerechte Einschätzung der Sprachverständlichkeit nur schwer möglich ist. Modelle für Sprachverständlichkeit könnten hier eine Hilfestellung bieten, da sie eine zeiteffiziente sowie objektivierte Beurteilung ermöglichen. In diesem Beitrag wird die Entwicklung und Validierung eines Werkzeugs vorgestellt, welches während der Mischung durch den Tonmeister Abschnitte im Audiomaterial von Filmen und Fernsehprogrammen detektieren soll, in denen möglicherweise eine kritische Sprachverständlichkeit vorliegt. Die objektive Beurteilung der Sprachverständlichkeit erfolgt hierbei durch den Einsatz angepasster Hörmödelle. Es werden Ergebnisse einer umfassenden Evaluation und Optimierung der entwickelten Methode mit Hilfe von psychoakustischen Testverfahren (Messung von Sprachverständlichkeit und Höranstrengung) vorgestellt, wofür sowohl Normalhörende als auch Versuchspersonen mit Hörbeeinträchtigung herangezogen wurden.

Di. 14:40 Kiew

Psychoakustik I

EC-Verarbeitung und Glimpsing in Cocktailparty-Situationen

Sarinah Sutojo, Esther Schoenmaker und Steven van de Par

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

In Situationen mit mehreren konkurrierenden Sprechern oder Störgeräuschen wird durch eine räumliche Trennung von Zielsprecher und Maskierer eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit erreicht. Dieser Gewinn kann verschiedenen Mechanismen zugeschrieben werden. Einer dieser Mechanismen nimmt eine top-down Verarbeitung an, bei der sich der Zuhörer auf die Position des Zielsprechers konzentriert. Durch das Sammeln spektrotemporaler Regionen, in denen das Zielignal vergleichsweise wenig vom Störgeräusch verdeckt ist, wird das Zielignal rekonstruiert (Glimpsing). Ein anderer Ansatz ist die Ausnutzung

interauraler Unterschiede, um das Störsignal zu unterdrücken. Anwendung findet diese Strategie beispielsweise in Equalization-Cancellation (EC)-basierten Modellen. Die Ergebnisse einer vorangegangenen Studie, in der Sprache als Störsignal verwendet wurde, geben Hinweise darauf, dass Glimpsing den wichtigeren Beitrag zur Sprachverständlichkeit leistet. EC-Verarbeitung hingegen lieferte einen vergleichsweise geringen Beitrag. Dabei wurde eine neue Art von Stimulus verwendet, die die Möglichkeit eliminiert, interaurale Unterschiede auszunutzen, aber den Eindruck mehrerer räumlich getrennter Schallquellen und die Möglichkeit Glimpsing durchzuführen aufrecht erhält. In der aktuellen Studie wird untersucht, ob der Befund der früheren Studie bei anderen Störsignalen ähnlich ist. Insbesondere bei Verwendung von Signalen, die weniger Glimpsing erlauben, wird durch SRT-Messungen geprüft, ob EC Verarbeitung eine wichtigere Rolle spielt.

Di. 15:00 Kiew

Psychoakustik I

Suitable reference sounds for loudness and preference matching experiments

Stephan Töpken, Steven van de Par und Reinhard Weber

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

The idea behind matching experiments is that two sounds are compared to each other with respect to the sensation of interest (e.g. loudness) and an adjustment/adaptive variation of a stimulus property (e.g. the level) is used to reach an equal sensation for both stimuli. This point of subjective equality (PSE) provides a relative assessment of the sensation under investigation and the adjusted value of the stimulus property (which is a technical value) is then a measure of the subjective judgment. The combined measurement of level dependent PSEs for loudness and preference allows an identification of preference relevant sound characteristics driving the pleasantness or unpleasantness of sounds. Due to the paired comparison of a test and a reference stimulus this method is rather robust compared to absolute scaling methods. However listening tests show that the power to discriminate between the PSEs for loudness and preference depends on the reference sound to which the test sounds are compared. The suitability of different sounds for a usage as common reference sound is discussed.

Di. 15:20 Kiew

Psychoakustik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 90)

Di. 16:40 Kiew

Psychoakustik I

Lautheitswahrnehmung und -modellierung von zeitvarianten GeräuschenRoland Sottek^a und Tobias Moll^b^aHEAD acoustics GmbH; ^bInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Es existieren verschiedene Lautheitsmodelle, die eine Vorhersage der empfundenen Lautheit für zeitvariante Geräusche ermöglichen. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen allerdings, dass die Vorhersagen für einige impulshaltige Geräusche nicht mit den experimentellen Bewertungen normalhörender Versuchspersonen übereinstimmen. Daher wurde untersucht, wie die Bewertung der Lautheit von spezifischen Geräuschparametern beeinflusst wird. Der Fokus lag dabei auf der Betrachtung der Impulshaltigkeit von Geräuschen. Für die Untersuchung wurden Experimente mit verschiedenen Bewertungsmethoden durchgeführt, um die Ergebnisse hinsichtlich der Lautheitswahrnehmung methodisch abzusichern. Anhand der Experimente wurde überprüft, inwiefern die Lautheitsmodellierung erweitert werden muss, um den speziellen Eigenschaften impulshaltiger Geräusche Rechnung zu tragen.

Di. 17:00 Kiew

Psychoakustik I

Lautheitsbeurteilung von Musik: Methoden und ModellvergleicheFlorian Schmidt^a, Birger Kollmeier^b und Stefan Uppenkamp^a^aCvO Universität Oldenburg; ^bCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Die Lautheitsbeurteilung von Musiksignalen stellt eine Herausforderung für Probanden in einem psychoakustischen Experiment dar, da es sich um zeitlich-fluktuierende Signale mit einem häufig sehr großen Dynamikbereich handelt. Zudem können personale Faktoren wie Präferenz von bestimmten Musikgenres oder Erwartungshaltungen an die "richtige Lautstärke" eine große Rolle spielen, von der in einem Beurteilungsexperiment nur schwer abstrahiert werden kann. In der Literatur gibt es Ansätze für dynamische Lautheitsmodelle, die es erlauben, zeitlich veränderliche Signale zu bewerten. Dabei ist jedoch nicht zu erwarten, dass diese Modelle alle Aspekte der Lautheitsempfindung von Musiksignalen erfassen können. Um Lautheitsmodelle bzgl. Musik miteinander vergleichen und gegebenenfalls modifizieren zu können, ist es zunächst erforderlich, die empfundene Lautheit von verschiedenartigen Musiksignalen psychoakustisch im Vergleich möglichst genau zu erfassen. Eine hohe Genauigkeit verspricht dabei die Methode des Paarvergleichs mithilfe des Bradley-Terry-Luce Modells. Es wird dabei eine Rangfolge konstruiert, die sich aus den Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Stimuli ergibt, lauter als ihre jeweiligen Vergleichsstimuli eingeschätzt zu werden. In der aktuellen Studie wurde diese Methode verwendet, um einige

dynamische Lautheitsmodelle mit frequenzgewichteten Pegeln zu vergleichen. Die bisherigen Ergebnisse deuten an, dass trotz der Berücksichtigung diverser Lautheitseffekte die komplexen Modelle nicht bessere Vorhersagen liefern. Mithilfe einer Stärke-Schwäche-Analyse der Modelle sollen nun weitere Untersuchungen Modifizierungsvorschläge liefern.

Di. 17:20 Kiew

Psychoakustik I

Measurement, assessment and modeling of loudness of kindergarten noise

Jan Rennies^a, Francois X. Xabimana^a, David Hülsmeier^b und Sibylle Meyer^c

^aFraunhofer IDMT; ^bFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; CvO Universität Oldenburg; ^cSIBIS Institut für Sozialforschung und Projektberatung GmbH

In many studies conducted to monitor the health situation of kindergarten employees in Germany, the high noise level in the facilities has been pointed out by the employees as one of the most stressful factors. It is also considered as one of the main reasons leading to early retirement or work place change. A reliable prediction of the perceived loudness of acoustic scenes and events in kindergarten environments would therefore be a helpful tool for characterizing these working places. This contribution presents results of a series of tests conducted in a real kindergarten. First, the perception of noise during the daily work was assessed by 36 employees using a questionnaire. The data indicate that various factors contribute to noise-related stress and that, despite being loud, some acoustic events are not perceived as annoying but are rather "wanted noise". Second, the physical sound levels present in different rooms of the kindergarten were monitored over a period of several weeks indicating strong temporal variations. Third, a psychoacoustical assessment of the loudness of kindergartens noise was conducted using categorical loudness scaling. The results of all three tests are compared and the applicability of different models to predict perceived loudness is discussed.

Di. 17:40 Kiew

Psychoakustik I

Deriving Sound Quality Measures from a Perceptual Model

Lena Schell-Majoor^a, Jan Rennies^b, Stephan D. Ewert^c und Birger Kollmeier^c

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bFraunhofer IDMT; ^cCvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all

There is a growing need for objective measures that provide a reproducible and reliable characterization of sound quality in many practical areas of sound design engineering. In current practice and research, however, the commonly used measures are rather simple technical measures (e.g. weighted sound pressure levels) or psychoacoustic measures (e.g.

loudness, sharpness, roughness). These measures need to be verified for every new class of signals, and usually a different and newly adapted combination of several metrics is required to predict more high-level percepts such as sound annoyance or preference. Another promising approach to develop more generally applicable models is to employ perceptual models that incorporate all of the basic mechanisms underlying human sound perception (hearing thresholds, limited temporal and spectral resolution, dynamic compression, etc.). In this study, the output of an existing perceptual model is used to derive measures for evaluating the perceived quality of different stimuli. This includes artificial stimuli from fundamental psychoacoustic experiments (e.g. roughness perception) as well as real product sounds from other sound quality studies. The results are compared to experimental data and existing quality measures in order to evaluate the potential of the psychophysical model as front-end for sound quality evaluation.

Di. 18:00 Kiew

Psychoakustik I

Audio quality predictions based on power and envelope power SNRs

Thomas Biberger^a und Stephan D. Ewert^b

^aCvO Universität Oldenburg, Departm. f. med. Physik u. Akustik; ^bCvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all
There are various reasons, e.g. speech enhancement or saving storage/transmission capacity, why music or speech signals are processed by algorithms. Often such signal processing introduces distortions to the original signal, which might be hardly perceivable or might affect the audio quality if they become detectable. For development and evaluation of such algorithms, instrumental perceptual quality models are beneficial as they can partly replace time consuming and expensive listening tests. Here, an approach for a reference-based audio quality model applicable to a wide range of signal distortions is proposed based on the recent speech intelligibility model by Jørgensen et al. [J. Acoust. Soc. Am. 134, 436 (2013)]. The proposed model calculates power and envelope-power signal-to-noise ratios (SNR_{DC} , SNR_{env}) as features on multiple time scales between the manipulated and the original signal. Those features are calculated for the case of an increment (where the algorithm adds energy to the original signal) as well as the case of a decrement (where the algorithm removes energy), based on the ability of humans to detect changes in both directions. Both measures are combined and mapped on a continuous quality rating scale. Audio quality predictions will be presented for three different quality assessment databases.

Sitzung „Psychoakustik (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:20 Kiew, Poster-Forum: Di. 15:40 / Ebene 1

Dienstag

Psychoakustik (Poster)**Akustische Untersuchung von Motorsägen**Gerhard Krump*Technische Hochschule Deggendorf*

Motorsägen werden meist mit Verbrennungsmotor betrieben und befinden sich relativ nahe am menschlichen Ohr. Obwohl bei der Bedienung stets Gehörschutz getragen werden muss, stellen sie dennoch eine sehr laute Schallquelle dar, die hinsichtlich Lautheit und Lästigkeit im Rahmen der technischen Möglichkeiten zu optimieren ist. Es wurden zahlreiche Motorsägen unterschiedlicher Hersteller und Leistungsklassen gemessen und ein akustisches Datenblatt mit den wesentlichen physikalischen und psychoakustischen Messgrößen zusammengestellt. In Hörversuchen wurden mit semantischem Differential subjektive Eindrücke hinsichtlich Lautheit, Lästigkeit, Wertigkeit, Antriebskraft und Aggressivität untersucht. Die Messergebnisse und Hörversuchsresultate werden in Korrelation zu Preis, Motorleistung und Herstell datum gesetzt und moderne mit alten Geräten verglichen, um festzustellen, ob sie sich aus akustischer Sicht verbessert haben.

Dienstag

Psychoakustik (Poster)**Adaptive Lautheitsmessung mit dynamischen Frequenzgruppenbreiten**Ludwig Kollenz*Universität Wien*

Hintergrund: Nach dem grundlegenden Aufsatz zur Auswertung von Frequenzgruppenbreiten zur Lautheitswahrnehmung (Zwicker, Flottorp und Stevens 1957) erstellten Zwicker und Feldtkeller eine willkürliche Reihung aus 24 Frequenzgruppen (z.B. Zwicker und Feldtkeller 1967), auf die im Zusammenhang mit frequenzgruppenbreitenbezogener Lautstärkenauswertung immer wieder zurückgegriffen wird (z.B. Fastl 2007; Zölzer 2003). Eine ähnliche Einteilung der Frequenzgruppenbreiten wird auch im Terzpegeldiagramm bei der Lautheitsmessung nach Zwicker verwendet (DIN 45631, 1967), das sich auch im Vergleich mit ähnlichen Lautheitsberechnungsverfahren (z.B. von Niese 1965 und Stevens 1961) durchaus bewährt hat (Zwicker 1966) und bis heute kaum verändert wurde (Möser 2010), obwohl schon an einigen Orten darauf hingewiesen wurde, dass die Frequenzgruppenbreiten ja eigentlich nicht fest sind, sondern sich dynamisch verhalten und die Lautheitsmessung deswegen entsprechend adaptiv verlaufen sollte (z.B. Reuter 1995).

Ziel: Mit der Implementierung von dynamischen Frequenzgruppenbreiten soll in diesem Beitrag eine gehörgerechte Alternative vorgeschlagen werden, mit dem Ziel, auf der Basis des Zwickerschen Terzpegelverfahrens die menschliche Lautstärkewahrnehmung möglichst gehör-säquat und dynamisch adaptiv abzubilden.

Methode und Ergebnis: In Scilab wurde deswegen eine Gehörsimulation erstellt, in der sich alle 10ms die Frequenzgruppen neu am anliegenden Schallsignal orientieren und die unter Berücksichtigung der jeweiligen Verdeckungseigenschaften und frequenzgruppeninternen Energieaddition einen gehörsadäquaten Lautstärkewert liefert.

Dienstag

Psychoakustik (Poster)

Apparent source width perception in normal-hearing, hearing-impaired and aided listeners

Johannes Käsbach^a, Tobias May^a, Alan Wiinberg^a, Morten Løve Jepsen^b und Torsten Dau^a

^aCentre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark;

^bWidex A/S (DK)

In the field of spatial hearing, apparent source width (ASW) is an important auditory percept which describes the horizontal extension of sound sources. It is commonly used to evaluate room acoustics and is traditionally related to the interaural coherence (IC). In contrast to normal-hearing listeners, hearing-impaired listeners typically show a reduced sensitivity to changes in IC (Whitmer et al., 2012) and a degraded ability to resolve punctate sound sources. The effects of hearing-aid signal processing on ASW perception have not yet been studied in detail. The aim of the current study was thus to investigate the differences in ASW perception in normal-hearing listeners and in hearing-impaired listeners both with and without hearing-aid processing. A listening experiment was conducted where a stereo-speaker setup was used to generate distinctive perceptions of ASW. Two different hearing-aid programs were tested, one with wide dynamic range compression and one with linear amplification. The influence of hearing-aid processing on IC and the statistical distributions of interaural time and level differences were analysed, which may serve as an objective measure of ASW.

Dienstag

Psychoakustik (Poster)

Synchronizitätswahrnehmung bei audio-vibratorischen Pulsmustern

Magdalena Scholz und Steven van de Par

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

Die Wahrnehmung multimodaler Signale ist komplex und abhängig von der Kombination verschiedener Modalitäten. In dieser Untersuchung wird die Synchronizitätswahrnehmung im audio-vibratorischen Bereich betrachtet. Hierfür werden Messungen einer Studie im audio-visuellen Bereich zur Synchronizitätswahrnehmung auf den audio-vibratorischen übertragen und die Ergebnisse mit denen der Studie verglichen. Die Stimuli sind mit Gaußpuls-Mustern modulierte Sinus, die zwei Sekunden dauern. Es werden verschiedene Anzahlen von Gaußpulsen und verschiedene Arten der Asynchronizität (Vibration verzögert, Audio verzögert, Jitter) bei AFC-Messungen untersucht. Den Probanden wird ein

synchroner und ein asynchroner Stimulus präsentiert und diese müssen angeben welcher als synchroner wahrgenommen wurde. Die Ergebnisse für alle Pulsanzahlen in der Jitter Kondition werden mit der zu Grunde liegenden audio-visuellen Studie verglichen, bei welcher die Wahrnehmungsschwelle der Asynchronizität mit steigender Pulsanzahl sinkt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Pulsmuster der beiden Modalitäten miteinander verglichen werden. Bei den audio-vibratorischen Messungen zeigt sich ein gegenteiliger Effekt, die Wahrnehmungsschwelle der Asynchronizität steigt mit der Anzahl der im Muster enthaltenen Pulse. Bei den anderen beiden Konditionen bleibt die Wahrnehmungsschwelle jeweils weitgehend konstant über die Anzahl der Pulse. Dies legt die Schlussfolgerung nahe, dass, im Gegensatz zum audio-visuellen Bereich die Informationen, welche im Puls-Muster stecken, im audio-vibratorischen nicht genutzt werden können.

Dienstag

Psychoakustik (Poster)

Prediction of masking thresholds for Schroeder phase maskers: masker level effect

Vaclav Vencovsky

Musical Acoustics Research Center, AMU, Prague

Schroeder phase maskers are harmonic complex tones with starting phases of individual harmonics given by an equation proposed by Schroeder [IEEE Trans. Inf. Theory **16**, 85-89 (1970)]. Relative phase between the harmonics may affect masking thresholds. This masker phase effect depends on the masker level: difference between masking thresholds increases with increasing level. This study used four auditory models to predict masking thresholds for Schroeder phase maskers of various levels. The models employed different algorithms simulating response of the basilar membrane: dual resonance nonlinear (DRNL) filterbank of Lopez-Poveda *et al.* [J. Acoust. Soc. Am. **110**, 3107–3118 (2001)]; a transmission line model of Verhulst *et al.* [J. Acoust. Soc. Am. **132**, 3842–3848 (2012); a transmission line model of Baumgarte [Proc. of 103rd-AES convention 4511 (A-4) (1997)]; and a hydrodynamical model of Nobili *et al.* [J. Assoc. Res. Otolaryngol., **4**, 478–494 (2003)]. The algorithms were extended by an inner hair cell model and a decision device. The DRNL filterbank model predicted the same masker phase effect for the lowest and highest masker level. The transmission line models showed the opposite dependence: the masker phase effect decreased with increasing level. The hydrodynamical model showed the same dependence as the behavioral data.

Dienstag

Psychoakustik (Poster)

Auditory fMRI of Sound Intensity and Loudness for Unilateral Stimulation

Oliver Behler und Stefan Uppenkamp

CvO Universität Oldenburg

Loudness is the perceptual correlate of sound intensity, but also depends on several other variables. Whereas there are numerous reports of relationships between measures of neural activity and sound intensity, only few investigations have specifically addressed physiological correlates of loudness. Many reports suggest that activation in human auditory cortex is more a representation of perceived loudness rather than of sound pressure level. However, neither a systematic exploration of the interrelation of ear of entry and brain activity across hemispheres nor a functional differentiation of regions within auditory cortices has been done in detail yet. We report a functional magnetic resonance imaging (fMRI) study exploring loudness correlates in the auditory pathway for unilateral sound presentation. Normal-hearing listeners completed a loudness scaling procedure prior to listening to similar stimuli while auditory fMRI was performed. The relationship between brain activity, as inferred from blood oxygenation level dependent (BOLD) contrasts, and both sound intensity and loudness estimates were analyzed by means of functional activation maps and mixed effects models for various anatomically defined regions of interest. The results indicate systematic functional differences with respect to sound intensity, loudness and lateralization between midbrain and cortical areas as well as between specific regions within auditory cortex.

Sitzung „Messtechnik I“

Di. 14:00 Kopenhagen

Messtechnik I

Optimal planar microphone array arrangements

Ennes Sarradj

BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik

The use of microphone arrays together with beamforming is rapidly becoming a very popular technique to do acoustic measurements. It is well known that the arrangement of the microphones in the array does have a strong influence on the characteristics of the array, also referred to as the beamwidth, and the maximum sidelobe level. As it is costly to have more microphones than necessary in the array, it is worthwhile to look for an arrangement with at least near-optimum properties. This paper discusses such arrangements, but restricts itself to planar arrangements of microphones. First, some general properties of an arrangement such as sparsity and redundancy are considered. Then, it is shown that most relevant arrangements can be described using a possibly multi-armed spiral. This approach is used for parametrization of the arrangement and to discuss different optimization strategies and their results. Finally,

pareto-optimal arrangements are presented that are different to common multi-armed logarithmic spirals (e.g. Underbrink spiral). The talk will be given in German language.

Di. 14:20 Kopenhagen

Messtechnik I

Sound localization performance using acoustic vector sensors versus multichannel microphone phased arrays

Daniel Fernandez Comesaña, Graciano Carrillo Pousa und Lola García Escribano

Microflown Technologies (NL)

In recent years, there has been growing interest in the development of noise prediction and reduction techniques. The ability to localize dominant sound sources is key for enhancing a large variety of industrial applications. Several well-known methods can be applied in order to achieve a detailed acoustic assessment using microphone phased arrays. However, pressure-based solutions often encounter difficulties assessing low frequency. Alternatively, the use of acoustic vector sensor (AVS) offers several advantages due to their vector nature. An AVS is comprised of a pressure microphone and three orthogonal particle velocity sensors, allowing for the sound direction of arrival to be determined at any frequency within the audible frequency range with a constant spatial resolution and accuracy. A practical evaluation of several sound localization techniques using AVS and pressure arrays are evaluated in this paper, comparing the characteristics of this innovative solution with respect to traditional microphone phased arrays.

Di. 14:40 Kopenhagen

Messtechnik I

Identification of aeroacoustic noise sources in automotive industry by microphone array measurements

Ingo Riehle

Daimler AG

One way to improve the acoustic comfort in a vehicle is to remove flow induced noise sources. In order to find those sources, classical beamforming (CB) with a microphone array can be applied. As it is important to identify for each noise source from outside its contribute to the interior noise level, it is useful to expand the CB results with an interior reference signal. This is what is called correlated beamforming. In terms of the reduction of interior noise, correlated beamforming is more efficient than CB.

In this presentation the evaluation results of CB and correlated beamforming are compared using wind tunnel measurements with a vehicle.

Di. 15:00 Kopenhagen

Messtechnik I

Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion strömungsinduzierten Störschalls bei Messmikrofonen

Siegbert Versümer, Jörg Becker-Schweitzer und Frank Kameier

FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

Bei akustischen Messungen im Freien oder in Strömungskanälen werden mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit und Turbulenz in der Intensität ansteigende, tieffrequente Störgeräusche im Messsignal beobachtet. Für eine korrekte Aufzeichnung der zu betrachtenden akustischen Szenarien werden zur Reduktion dieses strömungsinduzierten Störschalls vielfältige Maßnahmen ergriffen. Dazu gehört die Verwendung verschiedener Mikrofonvorsätze, wie z.B. Nasenkonus und Schlitzrohrsonde, oder der Einsatz eines Windschutzes aus Schaumstoff. Zwar dominieren für die Messung der Schallemission von z.B. Windkraftanlagen und Luftwärmepumpen tieffrequente Schallanteile aus Richtung der Quelle, wodurch die Höhendämpfung durch den Windschutz vernachlässigbar erscheinen mag. Dennoch sind für die Erstellung von Hörversuchen auch eine korrekte Aufzeichnung hoher Frequenzen und eine geringe Beeinflussung der Richtcharakteristik durch den applizierten Windschutz von Bedeutung. Inhalt des Vortrages sind zum einen verschiedene Windschutzmaßnahmen für akustische Messungen im Freien. Diese werden hinsichtlich strömungsinduziertem Störgeräusch, Veränderung der Mikrofonrichtcharakteristik und des Einflusses der Anströmrichtung im reflexionsarmen Raum mit leisem Freistahl untersucht. Zum anderen stehen Schlitzrohrsonden, die für die Bestimmung der von Strömungsmaschinen in Kanäle abgestrahlten Schallleistung nach ISO 5136 vorgeschrieben sind, im Fokus. Da sie bisher nur für 1/2"-Mikrofone zur Verfügung standen, wird nun eine von der Fachhochschule entwickelte 1/4"-Sonde vorgestellt. Sie ermöglicht auch Messungen von Kanälen kleineren Querschnitts.

Di. 15:20 Kopenhagen

Messtechnik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 98)

Di. 16:40 Kopenhagen

Messtechnik I

Messung von gemittelten Frequenzgängen und Phasengängen durch Bewegung des Messmikrofons

Wolfgang Heß und Simon Krauss

Fraunhofer IIS

Die Messung von Lautsprecherfrequenzgängen in kleinen Räumen wird durch kurzdistanzige Reflexionen, die Kammfiltereffekte verursachen, erschwert. Es hat sich gezeigt, dass ein Bewegen des Messmikrofons zu gemittelten Messergebnissen mit großer Wiederholgenauigkeit führt [1]. Diese einfache Methode erlaubt eine schnelle und robuste Messung, bei der Kammfiltereffekte deutlich reduziert werden [2]. Eine Anregung mit

Rauschsignalen ermöglicht dabei eine gleitende Mittelung. Werden jedoch Phaseninformationen benötigt, so ist diese Messmethode geeignet zu erweitern. In dieser Arbeit werden Ansätze zur robusten Ermittlung von Phasengängen untersucht.

[1] Hess, W. and S. Varga (2014): Oscillating Measurement Motion - Myth or Magic?, Proc. AES 137th Convention, Los Angeles

[2] Hess, W., T. Beyer and M. Schöffler (2014): Reduction of Comb-Filter Effects by Alternating Measurement Orientations in Automotive Environments, ITG-Fachkonferenz Sprachkommunikation, Erlangen

Di. 17:00 Kopenhagen

Messtechnik I

Uncertainty of Pressure-Based Sound Power Measurement in Semi-Anechoic Rooms due to Spatial Sampling and Near Fields

Hannes Pomberger und Franz Zotter

Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik

The engine sound power is a typical benchmark of combustion engines for vehicles, as it delivers a rough over-all estimation of how loud an engine could be when built into a car. The engineering (grade 2) procedure for simultaneous sound power measurement typically employs five measurement positions in a semi-anechoic room. The measurement positions are at least one meter away from the engine surface and far-field conditions are considered. In this study, we compare uncertainties of typical and spherical-harmonics-based estimation procedures of the sound power using different measurement grid positions. To accomplish this, we use simulated free-field radiation of an engine (AVL Excite) and its passive acoustic properties to compute the sound field in an idealized semi-anechoic room. This yields a reliable ground truth and allows us to illustrate uncertainties related to the measurement grid and the systematic effect of acoustic near fields at low frequencies. We discuss alternative sampling and computation schemes.

Di. 17:20 Kopenhagen

Messtechnik I

Systematische Fehler bei der Anwendung verschiedener Verfahren zur Ermittlung des Schalleistungspegels

Ilka Arendt und Anke Berger

BAuA, Dortmund

Der Schalleistungspegel einer Schallquelle kann aus dem Schalldruckpegel und dem Schallintensitätspegel auf unterschiedlichen Hüllflächen, mit unterschiedlichen Messpunktanordnungen oder auf Messpfaden ermittelt werden. Für die Ermittlung des Schalleistungspegels stehen mehrere genormte Messverfahren zur Verfügung. Die Anwendung der verschiedenen Verfahren kann jedoch zu systematisch unterschiedlichen Ergebnissen führen. Mit dem Ziel, die Abweichungen zu quantifizieren und die Messverfahren weiterzuentwickeln wurde der Schalleistungspegel einer Referenzschallquelle in verschiedenen Versuchsanordnungen ermittelt. Die Messergebnisse sollen hier mit Schwerpunkt

auf den Intensitätsmessverfahren vorgestellt und diskutiert werden. Die vorgestellten Untersuchungen sind Teil des von der PTB Braunschweig koordinierten EMRP Projektes SIB56 Sound Power, welches die Realisierung der Einheit Watt über ein Primärnormal zum Ziel hat. Zielsetzung der BAuA ist der praktische Nutzen des Primärnormals für Schallleistungsmessverfahren.

Di. 17:40 Kopenhagen

Messtechnik I

Zur Schallleistung als Quellgröße

Martin Schmelzer

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Im Rahmen eines europäisch geförderten Forschungsprojekts soll die Einheit Watt für die Schallleistung realisiert werden. Dazu wird eine schwingende Scheibe per Laservibrometer abgetastet und daraus per diskretisiertem Rayleigh-Integral diejenige Schallleistung berechnet, die in ein exaktes Freifeld abgestrahlt würde. Diese Größe wird anschließend der Quelle als Kenngröße zugeordnet.

Da reale Räume nie exakte Freifeldbedingungen bieten, ist zu prüfen, ob dieselbe Quelle in verschiedenen Räumen verschiedene Schallleistungen abstrahlt. Dies wurde hierin durch analytische Rechnungen in einem eindimensionalen System untersucht. Elementare Lösungen jenes Schallfeldes nach d'Alembert und Bernoulli sind bekannt. Daraus wurde die tatsächlich abgestrahlte Schallleistung berechnet und mit der hypothetischen Freifeld-Schallleistung verglichen. Verschiedene Systemparameter (Geometrie / Frequenz, Quellposition, Randimpedanzen) wurden variiert und jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung der Schallleistung berechnet.

Di. 18:00 Kopenhagen

Messtechnik I

3D-Vermessung von Luftschallfeldern

Sonja Walther und Christoph Kling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

In der akustischen Messtechnik werden Schallfelder in der Regel nur punktweise vermessen. Die systematische Abtastung wie zum Beispiel mit modernen Mikrofonarrays ist aufwendig und teuer. Hochauflöste flächige oder räumliche Darstellungen von Schallfeldern liefern nur Simulationen auf der Grundlage vordefinierter physikalischer Rechenmodelle.

Oft kann ein experimentelles Problem an einem reproduzierbaren Schallfeld studiert werden. An der PTB wurde ein großer Portalscanner in Betrieb genommen, mit dem in einem Volumen von 2 m x 2 m x 2 m Schallfelder unter Freifeldbedingungen in beliebigen Punkten, Linien, Flächen und Volumina automatisiert abgetastet werden können. Durch eine Positioniergenauigkeit von unter 50 µm können auch Wellenlängen im fernen Ultraschallbereich räumlich aufgelöst werden. Störende Reflexionen an Stativen oder Gehäusekanten von Lautsprechern werden wie

gemessen visualisiert und die an Prüffelder gestellten Bedingungen wie ebene Wellenfront und freies Feld werden direkt fass- und prüfbar. Der Vortrag stellt die Messtechnik und interessante Beispiele aus den bisherigen Untersuchungen vor.

Sitzung „Messtechnik (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:20 / Kopenhagen,
Poster-Forum: Di. 15:40 / Ebene 1

Dienstag	Messtechnik (Poster)
----------	----------------------

Zerstörungsfreie Bestimmung von Schichtparametern von Asphalt-fahrbahnbelägen

Jutta Lindemann, Jörn Hübelt, Georg Hilmer und Tom Georgi

Hochschule Mittweida, Lehrstuhl f. Technische Mechanik u. Akustik

Die langfristige Haltbarkeit von Fahrbahnbelägen spielt eine wichtige Rolle bei der Berechnung der Kosten für den Straßenbau. Für die Bestimmung der Substanz von Fahrbahnbelägen sind derzeit Labormessverfahren Stand der Technik. Diese rufen jedoch an der Stelle der Bohrkernentnahme eine Schädigung hervor. Daher besteht die Notwendigkeit ein zerstörungsfreies in-situ Messverfahren zu entwickeln. Ein mögliches Verfahren soll in diesem Beitrag vorgestellt werden. Im Vordergrund steht die Bestimmung der Schichtparameter. Die verschiedenen Ansätze zur Berechnung dieser Schichtparameter wird gegenübergestellt.

Dienstag	Messtechnik (Poster)
----------	----------------------

Schaumstoffe im Kundtschen Rohr - Modelle und Einflussparameter

Antje Grebel, Joachim Bös und Tobias Melz

TU Darmstadt - SzM

Im Kundtschen Rohr wird der Absorptionsgrad von Schaumstoffen und anderen Materialien gemessen. Das Verfahren mit der 2-Mikrofon-Methode ist in DIN 354 beschrieben. Dennoch treten bei den Messungen - in Abhängigkeit von der Montageart der Materialprobe im Kundtschen Rohr - starke Abweichungen im gemessenen Absorptionsgrad auf. Zur Modellierung von Schaumstoffen stehen zahlreiche empirische, analytische und phänomenologische Modelle zur Verfügung. Die Modelle greifen auf verschiedene Materialparameter zurück, die teilweise messtechnisch ermittelt werden müssen. Die Streuung der Parameter und die damit verbundenen Auswirkungen auf den errechneten Absorptionsgrad sollen in diesem Beitrag betrachtet werden. In diesem Zusammenhang soll eine Sensitivitätsanalyse den Einfluss einzelner Parameter sowie die Wechselwirkungen zwischen den Parametern zeigen. Damit werden Unsicherheiten und die damit verbundenen Streuungen im Herstellungsprozess abgebildet. Die Ergebnisse werden dazu genutzt, eine reale Schaumstoffprobe hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften zu

charakterisieren, diese als Eingangsgrößen für die Modelle zu verwenden und den berechneten mit dem gemessenen Absorptionsgrad zu vergleichen. Dennoch bestehende Abweichungen zwischen den mit den Materialparametern des vorliegenden Schaumstoffes berechneten Modellen und der vermessenen Schaumstoffprobe lassen sich vermutlich auf die Genauigkeit des Zuschnitts und die Montageart der Probe zurückführen. In einem Ausblick werden verschiedene Möglichkeiten für den Probenzuschnitt präsentiert.

Dienstag

Messtechnik (Poster)

Eingriffsfreie akustische Füllstandsmessung unter einem Fehlwinkel

Ulrike Steinmann^a, Sebastian Wöckel^a, Peter Holstein^b, André Werner^c und Hendrik Arndt^d

^a*ifak e.V. Magdeburg;* ^b*SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH;*

^c*AW-Systems GmbH;* ^d*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mikro- und Sensorsysteme*

Bei der prozessnahen Erfassung von Füllständen gewinnen Ultraschall-Messverfahren zunehmende Marktrelevantanz. In Abgrenzung zu invasiven Methode bietet die Ankopplung der Schallwandler von außen an die Prozesswand einzigartige Vorteile. Dennoch kann diese Methode aufgrund anlagen- und verfahrensbedingter Probleme gegenwärtig nicht adäquat eingesetzt werden. Als praxisrelevant und nicht zufriedenstellend gelöst sind u.a. die bautechnisch nicht lotrechte Einschallung unter einem Fehlwinkel (ca. 50% der Anwendungsfälle), die multimodale Anregung von Festkörper- "Stör"-Schall in der Behälterwand und die Variation der akustisch relevanten Einsatzparameter bei wechselnden Medien- und Umweltbedingungen, z.B. zusätzliche Ablagerungen und Temperaturänderungen. Diese genannten Szenarien führen zu einem divergenten oder gestörten Schallfeld und dem Funktionsausfall des Sensors. Der vorliegende Beitrag zeigt, wie die Ultraschall-Füllstandsmessung durch Nutzung leistungsfähigerer Sensoren, selbstkalibrierender Installationen und eines integrierten Datenmanagements grundlegend verbessert werden kann. Erreicht wird dies durch die modell-gestützte Messung mit einem Mehrelementwandler. In Kombination mit intelligenten Algorithmen soll sich das akustische Abstrahlverhalten automatisch an einen Fehlwinkel anpassen, die Art der Ankopplung erkennen können und die Störanfälligkeit gegenüber wechselnden Medien und Körperschallsignalen reduzieren. Die Sensoren werden zusätzlich mit einem zentralen Datenbankserver verknüpft. Dies gewährleistet den Aufbau und die langfristige Nutzbarmachung von Expertenwissen in einer Applikationsdatenbank. Deutlich variablere Einbaumöglichkeiten der neuartigen Sensortechnologie gepaart mit großer Flexibilität ermöglicht zukünftig eine erheblich größere Einsatzvielfalt.

Dienstag

Messtechnik (Poster)

Analyse der Strukturintensität in akustisch verbesserten StrukturenClarissa Schaal^a, Johannes Ebert^b, Joachim Bös^a und Tobias Melz^a^a TU Darmstadt - SzM; ^b BMW Group, Strukturdynamik und -analyse

Ein viel versprechender Ansatz bei der Entwicklung leiser Maschinen und Produkte ist die gezielte Beeinflussung der Strukturintensität (STI, auch Körperschallintensität genannt). Sie beschreibt den Energiefluss des Körperschalls innerhalb fester Strukturen. Es hat sich gezeigt, dass die Energiemenge, die in einen Strukturbereich fließt, mit der abgestrahlten Schallleistung des gleichen Strukturbereichs korreliert. Senkt man den Energieeintrag in einen Bereich, so erzielt man eine reduzierte Schallabstrahlung.

Wird eine Struktur so modifiziert, dass sich die Schallabstrahlung eines Bereiches vermindert, so ändert sich nicht nur die Energiemenge, die in diesen Bereich fließt, sondern auch der qualitative Verlauf der STI ändert sich je nach Frequenz mehr oder weniger in der gesamten Struktur.

Mit Hilfe von Vergleichen der STI modifizierter Strukturen unterschiedlicher Schallabstrahlung werden kennzeichnende Unterschiede im Energiefluss analysiert und dargestellt. Es wird untersucht, was einen "guten" oder einen "schlechten" Energiefluss auszeichnet, um bei STI-Interpretationen eine Unterscheidung zwischen diesen zu ermöglichen. Soweit möglich werden, basierend auf der Strukturintensität, konstruktive Regeln für eine akustisch verbesserte Struktur abgeleitet.

Sitzung „Strömungsakustik I“

Di. 14:00 Oslo

Strömungsakustik I

Einfluss der Zuströmbedingungen auf die aeroakustische Schallabstrahlung von gesichelten und ungesichelten Axialventilatoren

Florian Zenger und Stefan Becker

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.

Die Schallabstrahlung ist ein entscheidender Parameter bei der Neuentwicklung und Auslegung von Axialventilatoren. Einen wesentlichen Einfluss darauf hat die Einbausituation des Ventilators, da dieser oft in einem komplexen System aus Wärmeübertragern und Rohrleitungen installiert ist. Durch diese Komponenten wird in vielen Fällen der Turbulenzgrad der Zuströmung erhöht. Um die Auswirkungen des Zuström-Turbulenzgrades auf die Schallabstrahlung von gesichelten und ungesichelten Axialventilatoren zu untersuchen wurden drei Ventilatoren mit einem gemeinsamen Arbeitspunkt nach dem Tragflügelverfahren ausgelegt: ein Ventilator mit ungesichelten Laufradschaufeln sowie zwei Ventilatoren mit vorwärts- bzw. rückwärtsgesichelten Laufradschaufeln. Kennlinien- und Schallfeldmessungen wurden an einem Prüfstand nach

DIN EN ISO 5801 durchgeführt. Der Ventilator war dabei in einem kurzen Rohrsegment mit $l = 3D$ montiert. Zur Beeinflussung der Zuström-turbulenz wurden Gitter mit unterschiedlichen Maschenweiten am Ein-lass des Rohrsegments montiert. Geschwindigkeitsmessungen wurden mittels eines LDA-Systems an der Saugseite des Lüfters durchgeführt. Über diese Messungen wurden anschließend die Turbulenzparameter der Zuströmung bestimmt. Im Schalldruckspektrum ist eine Anhebung im niederfrequenten Bereich durch die erhöhte Zustömturbulenz zu be-obachten. Das Ausmaß dieser Anhebung ist abhängig von der Schaufel-Sichelung. Es können somit Aussagen getroffen werden, wie die Schall-abstrahlung unter turbulenter Zuströmung durch die Schaufelform ge-zielte beeinflusst werden kann.

Di. 14:20 Oslo

Strömungsakustik I

Experimentelle Untersuchung der Schallemission von Axialventila-toren unter Queranströmung

Till Heinemann, Sven Münsterjohann, Florian Zenger und Stefan Becker
Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.
Axialventilatoren sind im Freien oder als Teil einer Gruppenanordnung oft Querströmungen an ihrem Einlass ausgesetzt. Das relative Strö-mungsfeld an den Schaufeln wird dadurch abhängig von ihrer Posi-tion. Es entstehen Asymmetrien und ein verstärktes, periodisches Ab-rißverhalten der Strömung. Damit einher geht auch eine Anregung der Schaufelblattschwingungen in den Harmonischen der Drehzahl, sowie die Entstehung zusätzlicher akustischer Quellen. Es wurde im Rah-me der Arbeit untersucht, wie sich diese Effekte auf die Schallabstrahlung von Axialventilatoren auswirken. Dazu wurden Mikrofonversuche an ei-nem Ventilatorprüfstand in einem Akustikwindkanal durchgeführt. Zwei un-terschiedliche Blattgeometrien wurden in ihrer Reaktion auf verschie-den starke Querströmungen am Einlass senkrecht zur Drehachse un-ter-sucht. In Abhängigkeit von Arbeitspunkt und Strömungsgeschwindigkeit wurden der Querwindeinfluss auf das Schalldruckpegelspektrum un-ter-sucht, sowie die Beeinflussung der Direktionalität durch das Strömungs-feld. Sowohl der Effektivwert des Schalldruckpegels, als auch die Ge-wichtung der Amplituden im Spektrum wurden deutlich beeinflusst.

Di. 14:40 Oslo

Strömungsakustik I

Experimenteller Aufbau zu Untersuchungen der Modenausbreitung in Niederdruckturbinengittern

Akif Mumcu^a, Nicolas Thouault^b, Dominik Broszat^b und Jörg Seume^c
^a*Leibniz Universität Hannover, Inst. f. Turbomaschinen u. Fluid-Dynamik;*
^b*MTU Aero Engines AG; ^cForWind - Zentrum für Windenergieforschung*
Die Flugzeug- und Triebwerksindustrie steht unter einem wachsenden Druck, die Lärmpegel der Flugzeuge, im Besonderen auch der Triebwer-ke, weiter zu senken. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle Kompo-nenten hinsichtlich ihres Beitrags zum Lärm optimiert werden. Diese An-strengungen sind auch dann notwendig, wenn diese Komponenten, wie

z.B. die Niederdruckturbine, derzeit nicht zu den dominierenden Lärmquellen am Flugzeug gehören. Dies erfordert u.a. präzise Lärmvorhersageverfahren, um steigende gesetzliche Vorgaben zu erfüllen. Für die Weiterentwicklung werden neben aufwändigen numerischen Methoden, standardmäßig semi-empirische und analytische Verfahren, die hauptsächlich auf experimentellen Daten basieren, eingesetzt, insbesondere im Rahmen der Vorauslegung. Um die Vorhersage der Transmission von Schallmoden durch Turbinengitter zu verbessern, soll in einem aerakustischen Windkanal eine nichtrotierende Schaufelreihe mit überlagerter Grundströmung für Variationen akustischer, strömungstechnischer und geometrischer Größen untersucht werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen soll ein erweitertes Transmissionsmodell abgeleitet werden. Dafür wird ein modularer Versuchsaufbau ausgelegt und konstruiert, der das Untersuchen verschiedener Schaufelgitter in einer Grundströmung mit variablem Drall erlaubt. Dabei stehen insbesondere die Reduktion des Hintergrundlärms in der Messstrecke sowie die spezifische Instrumentierung im Vordergrund. Für die akustischen Untersuchungen werden Schallmoden eingekoppelt. Die Schalltransmission kann mit traversierbaren Mikrofonringen gemessen werden, damit sind auch komplexe Auswertungsmethoden wie die Radialmodenanalyse möglich.

Di. 15:00 Oslo

Strömungsakustik I

Akustische Kopplungsmechanismen von Gebläsen und nachgeschalteten Volumen in Fahrzeug-Klimaanlagen

Kerstin Besserer^a, Thomas Biermeier^b, Ralf Blaschke^b und Stefan Becker^a

^a Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.;

^b Audi AG

Durch die zunehmende Elektrifizierung von Fahrzeugen, tritt aktuell in der Fahrzeugekakustik das Klimatisierungssystem immer weiter in den Fokus. Jedoch werden in der Literatur die Entstehung von akustischen Quelltermen in der Laufradabströmung und die Kopplungsmechanismen mit nachgeschalteten Volumen kaum behandelt. Im Sinne einer gezielten Beeinflussung und Optimierung der Klimatisierungssakustik ist eine gesamtheitliche Betrachtung des Klimatisierungssystems aber unerlässlich. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf Untersuchungen der akustischen Kopplungsmechanismen zwischen Gebläse und nachgeschalteten Volumen. Hierfür wurde ein generisches Gebläse entwickelt, bei dem die Zunge modular austauschbar gestaltet ist und der Diffusorwinkel variiert werden kann. Da bei Gebläsen typischerweise ein Großteil des abgestrahlten Schalls durch die Interaktion zwischen Laufrad und Abstreifzunge entsteht, kann durch unterschiedliche geometrische Zunghausprägungen das abgestrahlte Schallfeld gezielt beeinflusst werden. An diese Gebläsevarianten wurden unterschiedliche Modelle als anzuregende Volumen angeflanscht. Durch die unterschiedlichen Geometrien der Modelle, sind verschiedene Raumeigenmoden anregbar

und abstrahlfähig. Diese Raumeigenmoden wurden zum einen mit Hilfe von Simulationen berechnet, zum anderen durch den Einsatz von Lautsprechern experimentell bestimmt. Für die experimentellen Untersuchungen wurden korrelierende Wanddruckmessungen und Akustikmessungen im Fernfeld verwendet. Die Ergebnisse zeigen, dass durch eine geschickte Kombination aus Abstreifzunge und nachgeschaltetem Subsystem die Anregung der Eigenmoden reduziert und das abgestrahlte Schallfeld optimiert werden kann.

Di. 15:20 Oslo

Strömungsakustik I

Acoustic and Aeroacoustic Investigation of a Three-Dimensional Rotor Model

Clemens Junger, Andreas Hüppe und Manfred Kaltenbacher

TU Wien

Computing the flow induced sound in rotating systems such as in ventilators and compressors yields additional challenges compared to setups without moving parts. In our contribution we apply a newly developed, hybrid computational scheme to a three-dimensional geometry, consisting of two rotating discs connected with a shaft and two eccentric cylinders in a quiescent medium. The dominant sound producing phenomenon in this setup is the vortex shedding at the individual cylinders as well as the interaction between them.

Initially the geometry is acoustically investigated for eigenmodes and radiation patterns. For the aeroacoustics the flow is computed by solving the incompressible Navier-Stokes (NS) equations using ANSYS Fluent on an unstructured grid with sliding interface. Due to an energy conserving interpolation scheme, it is possible to use a specially adapted computational grid for the acoustic calculation to increase computational efficiency. The sound propagation is computed by solving the acoustic wave equation by the Finite-Element (FE) solver CFS++, which uses a Nitsche type mortaring to couple rotating and stationary mesh. The results are compared with a semi analytical solution.

Di. 16:40 Oslo

Strömungsakustik I

Numerische Berechnung der Schallabstrahlung axialer Kühlerlüfter

Marcus Becher, Stefan Becker, Florian Zenger, Matthias Tautz und Christoph Scheit

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.

Eine dominierende Schallquelle und zentraler Bestandteil der Motorkühlung im Fahrzeug bilden axiale Kühlerlüfter. Um Aussagen über strömungsmechanische Effizienz treffen zu können werden seit Jahren erfolgreich CFD-Programme in der Auslegung von Lüftern eingesetzt. Aufgrund des hohen numerischen Aufwandes ist es nur beschränkt möglich

Akustiksimulationen in Entwicklungs- und Optimierungsprozesse einzubinden. Um die Anwendbarkeit von Akustiksimulationen bei axialen Kühlerrütern zu untersuchen wird ein hybrider Ansatz gewählt, bei dem zunächst die Strömung berechnet wird, um anschließend auf Basis der Strömungsdaten die Akustik zu berechnen. Dabei kommen zwei Methoden zum Einsatz: Ein Integralverfahren nach Ffowcs-Williams-Hawkins (FW-H) und eine Finite Elemente Methode auf Basis der Analogie nach Lighthill. Die Ergebnisse der Akustiksimulationen werden mit Messergebnissen validiert. Dabei werden drei verschiedene Laufradvarianten mit unterschiedlicher Sichelung und Spaltgeometrie untersucht. Zunächst wird die Schallabstrahlung mit der Methode nach FW-H simuliert. Dabei werden die Quellterme auf einer Integrationsfläche, welche um das Laufrad gelegt wird, berechnet. Anschließend werden die Quellterme mit Hilfe der Green'schen Funktion zu einem Punkt ins Fernfeld transferiert, welcher der Mikrofonposition im Experiment entspricht. Bei der Finiten Elemente Methode werden die akustischen Quellterme mit der Divergenz des Lighthilltensors bei allen drei Laufradvarianten volumendiskretisiert berechnet und deren Ausbreitung ins Fernfeld simuliert.

Di. 17:00 Oslo

Strömungsakustik I

Schallabstrahlung von rotierenden Lüftern anhand einer hybriden CFD/CAA Immersed Boundary Methode

Fabian Kurz, Johannes Kreuzinger und Florian Schwertfirm

Kreuzinger & Manhart Turbulenz GmbH

Die Berechnung von Strömungsschall bei inkompressiblen Strömungen kann mit einem hybriden CFD/CAA Ansatz effizient durchgeführt werden. Mit diesem Ansatz wurden mit dem Code MGLET sehr gute Ergebnisse erzielt, wobei für die Berechnung der Umströmung von komplexen Körpern eine Ghost-Cell Immersed Boundary Methode verwendet wurde. In der hier vorgestellten Arbeit wurde zur Simulation der Strömung und der Schallabstrahlung für bewegte Körper eine Cut-Cell Immersed Boundary Methode in MGLET implementiert und mit dem Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) Ansatz kombiniert. Bei der Bewegung des Körpers durch das Berechnungsgitter wird durch diese Kombination ein kontinuierliches Wachsen und Schrumpfen, sowie das Entstehen und Verschwinden von Fluidzellen, ermöglicht. Zukünftig soll mit diesem Verfahren die Schallabstrahlung von HVAC Komplettsystemen (inklusive rotierendem Lüfterrad) berechnet werden. Eine besondere Herausforderung für das numerischen Berechnungsverfahren stellen die bei Large Eddy Simulationen (LES) von technischen Anwendungen verwendeten großen Berechnungsgitter im Hinblick auf das bewegte Lüfterrad dar.

Im Rahmen dieses Vortrages werden nach einer Darstellung der verwendeten Methodik die ersten Ergebnisse der Strömung und der Schallabstrahlung eines rotierenden Lüfterrades gezeigt.

Di. 17:20 Oslo

Strömungsakustik I

Untersuchung des Einflusses von Schutzgittern für Mikrofone in einem Hochgeschwindigkeits-WindkanalCarolin Mandanna Hurfar^a und Jörg Seume^b^aLeibniz Universität Hannover, Inst. f. Turbomaschinen u. Fluid-Dynamik;^bForWind - Zentrum für Windenergieforschung

Für aeroakustische Untersuchungen in Turbomaschinen werden am Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik wandbündig eingesetzte Mikrofone genutzt. Das Kernstück dieser Mikrofone bildet eine sehr dünne und hoch sensible Membran aus Edelstahl. Kleinsten Beschädigungen der Membran, z.B. durch Schmutzpartikel in der Strömung, können die Funktionalität des Mikrofons stark beeinträchtigen und es im schlimmsten Fall unbrauchbar machen. Um dies zu vermeiden, kann die Membran mit einem Gitteraufsatz geschützt werden. Bei Strömungsüberlagerung kann es allerdings durch turbulente Druckschwankungen und Wirbelbildung am Gitter zu einer Beeinträchtigung der Schallmessung kommen.

Der Einfluss eines solchen Schutzgitters auf das Frequenzspektrum von 1/4- ω -Kondensatormikrofonen wird in einem Hochgeschwindigkeits-Windkanal experimentell untersucht. Ziel der Versuche ist es, den Einfluss eines Schutzgitters über einen weiten Machzahlbereich zu quantifizieren und die Möglichkeit einer anschließenden Kalibrierung abzuschätzen. Hierfür wird der vorherrschende Schalldruck am Düsenaustritt mittels über den Umfang verteilten und wandbündig eingebauten Mikrofonen aufgenommen. Es werden simultan Mikrofone mit Schutzgitter als auch Referenz-Mikrofone ohne Schutzgitter eingesetzt. Anhand des Schallpegelspektrums und der spektralen Schallleistungsdichte wird der strömungsinduzierte Störpegel bestimmt.

Di. 17:40 Oslo

Strömungsakustik I

Aeroacoustic Noise Prediction of a Wing with a Droop-nose Leading Edge

Seiji Adachi, Peter Brandstätt und John Simpson

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

In the EU Clean Sky Green Regional Aircraft project, we are proposing a 3D wing model equipped with a gapless leading edge (LE) inclined downward, i.e., droop-nose, as a possible solution for reducing aeroacoustic noise. Based on the original wing for a geared turbofan aircraft, this model has been developed so that it has a droop-nose with a fixed angle of 15 degree over the almost entire span (18 to 98 percent of the span). In this research, noise radiated from the model has been predicted by a hybrid method. A stationary flow around the airfoil was first simulated in CFD analysis using a RANS turbulence model. After reconstructing a transient flow by an SNGR model, mid-field sound pressure was simulated based on Lighthill's acoustic analogy. Far-field pressure was finally computed by Kirchhoff-Helmholtz integral. The overall sound

pressure level of this model was predicted to be 1.6 dB lower than that of the baseline model having no LE devices. It was also found that the transition between the droop-nose and the regular LE near the wing tip should be sharp for preventing flow separation in this region.

Sitzung „Virtuelle Akustik und Binauraltechnik I“

Di. 14:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Joint Design of Spherical Microphone and Loudspeaker Arrays for Room Acoustics Analysis

Hai Morgenstern^{a,b}, Boaz Rafaely^b und Markus Noisternig^a

^aAcoustics and Cognitive Spaces Research Group, UMR IRCAM-CNRS-UPMC; ^bDpt. of Electrical and Computer Engineer, Ben-Gurion University of the Negev, IL

Recent advances in the design and construction of spherical microphone arrays (SMAs) and spherical loudspeaker arrays (SLAs) makes them feasible for 3D room acoustics analysis. In most previous literature, SLAs and SMAs have been studied separately. Lately, systems that combine both a SMA and a SLA have been proposed for increasing the spatial resolution in room acoustics analysis. This paper studies the design of such systems, also referred to as multiple-input multiple-output (MIMO) systems. A scalar MIMO room transfer function is formulated subject to the array directivities, and an error is introduced due to the model mismatch errors of both arrays. We show that this error is not only comprised of separate terms corresponding to the SLA and the SMA, but also of a joint error term. Bounds are formulated for the different error terms, and the joint error is shown to be automatically derived by constraining the first two errors. This implies that it is enough to design the SMA and the SLA separately as long as both maintain robustness and high spatial resolution in overlapping frequency ranges. Design examples analyse the room transfer function error with respect to the theoretical bounds.

Di. 14:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Capturing the External Sound Sources of Trains Using Beamforming

Fanyu Meng, Frank Wefers und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Auralization of the exterior sound of trains in virtual environments requires adequate arrangements of virtual sound sources and appropriate signals for those. Obtaining these is not a trivial task. A virtual train will only sound convincing if it is auralized with the necessary spatial extent and also the corresponding spatial arrangement of noise sources (e.g. wind noise, rails and wheels, pantograph). Beamforming has been successfully applied to identify and assess the relevant noise sources of trains. However, these are typically energetic measures (e.g. sound power levels), which are unsuited for rendering audible sounds in virtual environments. Here, actual signals (samples) of the sound sources

are required. This paper considers the use of beamforming for obtaining the source signals for the auralization of trains. Using a microphone array set up nearby a railway, pass-by noise of trains is recorded. In the subsequent post-processing, the major sound sources are identified and their signals are isolated (tonal and broadband components). Finally, it is discussed how these individual signals can serve for the auralization of the complete train.

Di. 14:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Entwurf robuster Mikrofonarrays

Wolfgang Kreuzer^a, Gilles Chardon^b und Markus Noisternig^c

^a*Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung;*

^b*SUPÉLEC Department of Signal Processing & Electronic Systems;*

^c*Acoustics and Cognitive Spaces Research Group, UMR IRCAM-CNRS-UPMC*

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von Mikrofonarrays entwickelt und für unterschiedliche praktische Anwendungen (wie z.B. der Analyse von Wellenfeldern oder der Lokalisierung von Schallquellen) optimiert. Ein zentrales Thema ist dabei der robuste und effiziente Entwurf der Arraystruktur. Aufgrund ihrer einfachen Konstruktion kommen meist offene Kugelarrays zur Anwendung. Hierbei treten bei den Eigenfrequenzen der Kugel (d.h. bei den Nullstellen der Besselfunktionen) Stabilitätsprobleme auf. Mit Hilfe zusätzlicher Mikrofone im Inneren der Kugel kann die Stabilität verbessert werden. Die Anzahl und Position der zusätzlichen Mikrofone kann über verschiedene Methoden bestimmt werden. In dieser Arbeit stellen wir einen neuen Ansatz für den Entwurf robuster Mikrofonarrays vor, mit dem sich der Interpolationsfehler innerhalb der Kugel mit möglichst wenig Mikrofonen minimieren lässt. Zudem wird gezeigt, wie sich dieser Ansatz auf allgemeinere (offene) Array-Konfiguration übertragen lässt.

Di. 15:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Virtuelle akustische Szenen mit Smartphone-Aufnahmen

Johann-Markus Batke und Jürgen Schmidt

Technicolor

Durch die alltägliche Präsenz von mobilen Geräten wie Smart-Phones oder Tablett-Computern ist die Aufnahme audio-visueller Daten ohne weiteres möglich. Weitgehend ungeklärt ist eine mögliche professionelle Weiterverwendung des vom Konsumenten produzierten Programms, dem sogenannten user generated content (UGC).

Das europäische Förderprojekt Icosole (Immersive Coverage of Spatially Outspread Live Events) adressiert die Aufnahme, Wiedergabe und besonders Produktion solcher Audio- und Videodaten. Ein Ziel dabei ist die Vermischung bzw. kombinierte Nutzung von UGC und professionell produziertem Programm.

Die UGC-Audiodaten stellen sich als Ergebnis eines räumlich weit verteilten Mikrofonarrays dar, wobei im Icosole-System die Position der einzelnen Mikrofone bekannt ist. Damit ist die Verarbeitung zu einer virtuellen akustischen Szene unter der Verwendung einer objektbasierten Darstellung oder auch mit Methoden von Higher Order Ambisonics (HOA) möglich. Dieser Beitrag zeigt erste Ergebnisse der HOA-Verarbeitung von UGC.

Die notwendige Diskrimination der Tonsignale wird vorgestellt, typische Störungen wie Wind- und Griffgeräusche werden diskutiert. Die Sprachverständlichkeit steigt durch die HOA-Verarbeitung erzeugte räumliche Information, sofern eine gute Szenenanalyse möglich ist. Diese wird durch die Auswertung visueller Daten des Icosole-Systems wesentlich erleichtert.

Di. 15:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 111)

Di. 16:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Spherical microphone array equalization for Ambisonic playbackFranz Zotter und Matthias Frank*Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik*

Compact spherical microphone arrays are capable of capturing the surrounding sound scene for Ambisonic playback. Only in theory would they achieve a frequency-independent directional resolution. In practice the resolution needs to be reduced for low frequencies to avoid (1) a boost of microphone self noise and (2) an erroneous directional mapping. Practical implementations therefore use Tikhonov regularized encoding filters as described by Daniel/Moreau, or soft-knee limiting of the encoding filters as described by Bernschütz/Rettberg. The operation can be equivalently expressed by the insertion of a filterbank that allows to encode low frequencies at reduced Ambisonic orders, as described by Baumgartner. We use this filterbank concept to simulate the encoding of a spherical microphone array into a frequency-dependent Ambisonic order. In a listening experiment, we investigate the perceptual consequences of the frequency-dependent Ambisonic order by comparison to Ambisonic panning that is frequency-independent. The results of our listening experiment show which filter design (linear phase/nonlinear phase) is perceived as most neutral and whether additional equalization is required or can be skipped.

Di. 17:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Klangverfärbung in der Wellenfeldsynthese - Experimente und ModellierungHagen Wierstorf, Christoph Ende und Alexander Raake*TU Berlin, Telekom Innovation Laboratories*

Die Wellenfeldsynthese (WFS) beruht auf dem physikalischen Prinzip, dass das Schallfeld in einem Zuhörerraum eindeutig durch den Schalldruck an seinem Rand bestimmt ist. In der Praxis wird versucht, den Schalldruck am Rand durch Lautsprecher zu steuern. Die Verwendung von einzelnen Lautsprechern stellt eine räumliche Abtastung des Randes dar und kann zu frequenzabhängigen Fehlern im synthetisierten Schallfeld führen. In Zusammenhang mit WFS führen diese Fehler zu einer kammfilterähnlichen Beeinträchtigung des Frequenzgangs oberhalb einer bestimmten Frequenz. Diese Beeinträchtigung des Frequenzgangs führt in der Regel zu einer wahrnehmbaren Veränderung der Klangfarbe verglichen mit der Klangfarbe des Zielschallfeldes. In dieser Arbeit wird die Stärke der Klangfarbenänderung in Abhängigkeit von der Anzahl verwendeter Lautsprecher und der Zuhörerposition untersucht. Dabei zeigt sich, dass für eine in der Praxis maximal verwendbare Lautsprecheranzahl eine stärkere Klangfarbenänderung auftritt als es für Stereophonie der Fall ist. Weiterhin wird ein auditorische Modell vorgestellt, welches durch die Verwendung rein spektraler Merkmale die Ergebnisse aus den Hörversuchen vorhersagen kann.

Di. 17:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Evanescent Aliasing of Virtual Sources close to a Wave Field Synthesis ArrayVera Erbes^a, Stefan Weinzierl^a und Sascha Spors^b^a TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^b Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

Positioning virtual sources close to the discrete secondary sources of a wave field synthesis array leads to amplitude deviations of the synthesised field. The field of a virtual source right behind or in front of a secondary source is amplified, while the field of a virtual source between two secondary sources is attenuated. This paper analyses this effect in terms of spatial aliasing which originates from the discretisation of the secondary source distribution. Propagating spatial aliasing artefacts occur only above a certain frequency limit whereas evanescent aliasing is always present in the synthesised sound field. The evanescent components decay rapidly already at small distances from the secondary sources. This is not the case for virtual sources close to the secondary sources. It is shown that the observed change in amplitude is caused by evanescent aliasing. The paper treats both virtual point sources and focused sources for driving functions derived by the spectral division method as well as wave field synthesis driving functions for a linear array.

Di. 17:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

On the Connections between Radiation Synthesis and Sound Field Synthesis using Linear ArraysFrank Schultz und Sascha Spors*Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik*

Linear loudspeaker arrays are used for commercial sound reinforcement applications, such as sound bars in home entertainment and line arrays in public address systems. Wave field synthesis is another application, where the listening area is typically of about the same dimension as the array. All applications have in common that the intended sound field to be produced should be synthesized optimally within the desired listening area. This is realized by the appropriately driven individual drivers of the linear array. We discuss that electronic beamforming and -steering, i.e. radiation synthesis and sound field synthesis are strongly linked by the same acoustic signal processing framework and therefore are not fundamentally different. Since only the frequency-dependent magnitudes and phases of the individual drivers are electronically controllable, the application determines the synthesis algorithms to be used. Radiation synthesis is aiming at definable farfield directivities, assuming that the listener is situated in the farfield of the array. In contrast sound field synthesis aims at synthesizing a virtual sound source as best as possible on a reference line parallel to the array. We discuss several application examples w.r.t. the influences of the array length, the spatial discretization and the loudspeakers, that act as spatial lowpass filters.

Di. 18:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik I

Perceptual Evaluation of Focused Sources in a Concert Hall

Sebastià Vicenç Amengual Garí und Malte Kob

Hochschule für Musik Detmold

The use of sound field synthesis methods for audio reproduction has been extensively studied in the recent years. However, most of the studies are focused on the perceptual evaluation under anechoic conditions. The present research aims at the perceptual evaluation of focused sources in real listening environments using the Wave Field Synthesis method. This reproduction method is compared to single loudspeaker sources to evaluate the differences in perception. In order to create different acoustic environments a Room Acoustics Enhancement System has been used in the experiments.

To perceptually evaluate the perceived quality of a focused source two methods have been used in this study: listening tests in situ in the concert hall of the University of Music of Detmold and listening tests using binaural recordings and reproduction with headphones.

The preliminary results show that the perception of the reconstructed sound field is directly related to the acoustic characteristics of the room - e.g. reverberation, early reflections, critical distance - and to the position of the listener in the room. These results will be validated in further tests with a larger sample of subjects.

Sitzung „Virtuelle Akustik und Binauraltechnik (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:20 / Riga, Poster-Forum: Di. 15:40 / Ebene 1

Dienstag

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik (Poster)

Comprehensive Radial Filter Design for Practical higher- order Ambisonic RecordingStefan Lösler^a und Franz Zotter^b^aKunstuniversität Graz; ^bKunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik

In Ambisonic surround recordings with signals of a rigid- sphere microphone array, signals are first transformed (encoded) into spherical harmonics. The frequency- independent matrix transform does not yield signals applicable for playback as, roughly speaking, higher- order signals require amplification. In particular, the matrix encoding needs to be followed by holographic (radial) filters yielding the B-format signals required for higher-order Ambisonic playback.

Theoretical radial filtering would apply extremely large bass boosts at high orders, where, in addition to a correct treatment of the signal, they would amplify self- noise and sensitivity differences between the microphone capsules by a disastrous amount. Practical radial filtering must be limited to a maximum amplification as, e.g., the Tikhonov regularization proposed by Daniel and Moreau, the soft-limiting proposed by

Bernschuetz, or a bank of filters proposed by Baumgartner. Each approach results in a directional resolution (Ambisonic order) of the surround image that increases with frequency.

In this contribution, we show how to design the required, limited radial filters. For this purpose, we use a far-field approximation, a bank of strictly phase-matched Linkwitz-Riley filters, frequency-dependent side lobe suppression, optional diffuse-/free-field equalization, and an optimal bandpass filter layout that keeps the boost of the total noise limited.

Dienstag	Virtuelle Akustik / Binauraltechnik (Poster)
----------	--

On Beamforming and Generalized Radon Transforms in Sound Field Analysis

Till Rettberg und Sascha Spors

Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

For the analysis of exterior sound fields with compact microphone arrays it is often desirable to obtain a signal representation in terms of incoming plane waves. Depending on array geometry and setup, the plane wave decomposition can be achieved by spatial Fourier transform methods or more generally by beamforming. For linear sensor arrays, the Radon Transform (RT) is another popular tool, which is widely used in seismic and medical imaging. For the case of linear arrays, it is well known that the three approaches are equivalent: Radon and Fourier transform are connected by the Fourier Slice Theorem. The discrete RT can be considered as a full-band delay-and-sum beamformer. Hyperbolic Radon transforms have been used for decomposition into point sources, this can be interpreted as nearfield beamforming. This contribution aims to strengthen the link between beamforming and Radon transforms for more general array setups. The choice of integration path for nonlinear array geometries is discussed. Different beamforming algorithms can be realized by suitable non-uniform weights along the integration path. Higher dimensional generalizations of the RT can be employed for the sound field analysis in three dimensions.

Dienstag	Virtuelle Akustik / Binauraltechnik (Poster)
----------	--

On the Effect of Spatial Discretization of Curved Line Source Arrays

Florian Straube^a, Frank Schultz^b und Stefan Weinzierl^a

^a TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^b Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

Line Source Arrays (LSAs) are typically used for sound reinforcement of large listening areas aiming at producing sound fields as homogenous as possible for the whole audio bandwidth. This contribution presents an investigation of spatial discretization effects when employing a curved, uniformly driven LSA setup for a common concert venue slice. The transition from a continuous source to a discrete source is performed analytically by discretizing the Single Layer Potential. It allows the modelling of standard multi-way cabinets using appropriate directivities of line and

circular pistons, which the discretization step between adjacent drivers and the Active Radiating Factor are varied for. The results are discussed by means of position index plots. It will be shown that sound fields generated by typical LSAs using rather large waveguides are corrupted by spatial aliasing. This can be avoided by applying very small individually driven pistons resulting in an increased spatial aliasing frequency.

Dienstag

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik (Poster)

A New Prototype for Sound Projection

Ben-Daniel Keller^a und Franz Zotter^b

^a*Kunstuniversität Graz;* ^b*Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik*

Only sources emitting strongly directional sound beams can separately excite the distinct specular wall reflections of a room. If the reflection of a beam was diffuse enough, it would be the origin of a secondary spherical wave at the point of impact, similarly as the diffuse optical reflection utilized for the projection of images on cinema screens.

A musical utilization of specular acoustic reflections was impressively demonstrated in concerts using IEM's Icosahedral loudspeaker (ICO) using third-order spherical harmonic beamforming. Neither has the ICO been exploited for exciting diffuse reflections nor would its directivity be sufficient to produce loud-enough diffuse sound, compared to the direct sound reaching a large audience.

The interesting range of directions for sound projection are limited to the acoustic screen, i.e., the diffusely reflecting wall. According to recent work of Pausch and Pomberger, sound hard boundaries can be inserted to narrow down the angular beamforming range and to get an increased spatial definition within.

Pursuing the novel idea of sound projection, this contribution presents a prototype tailored to the goal. In particular, the design of the layout, the derivation of underlying mathematical functions, their optimal sampling and first results are presented in this work.

Dienstag

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik (Poster)

Audiotechnik des aixCAVE Virtual Reality-Systems

Frank Wefers, Sönke Pelzer, Ramona Bomhardt und Michael Vorländer
Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Im Jahr 2012 wurde an der RWTH Aachen das aixCAVEVirtual Reality System installiert. Dieses System ist gegenwärtig das weltweit größte CAVE-System zur Darstellung immersiver, virtueller Umgebungen. Im Zeitraum 2013-2014 wurde die aixCAVE durch das Institut für Technische Akustik um ein Audiosystem für die Echtzeit-Auralisierung in VR-Umgebungen erweitert. Die räumliche Klangwiedergabe geschieht mittels Binauraltechnik. Funkkopfhörer erlauben eine simultane Wiedergabe für mehrere Benutzer gleichzeitig. Die binaurale Wiedergabe kann für

einen einzelnen Benutzer auch mittels 12 Lautsprechern und dynamischer Übersprechkompensation geschehen. Dies hat den Vorteil, dass der Benutzer keine zusätzliche Hardware tragen muss. Für eine ausreichende Schallwiedergabe tiefer Frequenzen wurde ein symmetrisches Array von Subwoofern konzipiert, welches die Anregung mittels ebener Wellen approximiert und so Effekte in der Horizontalebene minimiert. Zusätzlich können virtuelle Szenen durch Spracheingabe des Benutzers gesteuert werden, wozu ein Verbund von 22 Mikrofonen in der Decke der Konstruktion verwendet werden kann. Der Beitrag erläutert die Entwicklung und Konzeption des Audiosystems und dessen Eigenschaften, sowie die besonderen Herausforderungen aus Sicht des Akustikers.

Dienstag

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik (Poster)

Concept of a Laboratory for Psychoacoustic Experiments with Virtual Acoustics

Hugo Fastl^a und Florian Völk^b

^a TU München, AG Technische Akustik, MMK; ^b TU München, Bioanaloge Informationsverarbeitung

The ongoing studies on interrelations of virtual acoustics and hearing research we conducted over the past decade led us through some pitfalls and avoidable drawbacks before we had established a laboratory that integrates our procedural experiences on the subject. This laboratory now provides the user in an acoustically versatile environment with an integrated and cross-linked infrastructure for conducting physical measurements and perceptual studies with a single or a combination of different audio/video-playback procedures at the same time, all controlled via Ethernet by a single consumer PC. The available audio-playback systems include an individually controlled 96-channel loudspeaker system, conventional discrete multichannel playback systems, and various headphone presentation setups. The laboratory contains a head-tracking system and visual presentation hardware. In this contribution, the concept of the laboratory is described with a special focus on possible pitfalls, in order to provide the community with additional aspects to be considered when setting up a laboratory or experiments with virtual acoustics in general.

Sitzung „Functional impact of speech degradations“

Di. 14:00 Stockholm Functional impact of speech degradations

The Influence of Dynamic Binaural Cues on Speech Intelligibility in Headphone and Free-field Listening

Jan Heeren, Giso Grimm und Volker Hohmann

CvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all

The Intelligibility Level Difference (ILD) is defined as the difference in speech reception thresholds (SRT) for spatially separated speech at 0 deg. and noise at X deg. azimuth (S0NX) and for collocated frontal

speech and noise (S0N0). ILDs are largest when the noise is presented from the side (up to 13dB for S0N120) and minimal for S0N180 (0-3dB). It is known that front-back confusions occurring frequently in localization experiments can be resolved by small head movements that introduce dynamic binaural cues. This study investigates whether these cues may also lead to speech unmasking, i.e., to a higher ILD in the otherwise diotic S0N180 condition. SRT measurements with static and dynamic binaural cues have been conducted for S0N0 and S0N180 in normal-hearing listeners. The stimuli were rendered using 11th order Ambisonics. Due to differences between SRTs measured with headphones and SRTs measured with loudspeakers, which may also be attributed to dynamic binaural cues, both reproduction methods were used. Results show that dynamic binaural cues improve speech intelligibility by the same amount for both reproduction methods. A comparison with a Binaural Speech Intelligibility Model (BSIM) shows that the measured SRTs can be reproduced by the model (funded by DFG FOR1732).

Di. 14:20 Stockholm Functional impact of speech degradations

Phoneme Intelligibility in Narrowband and in Wideband Channels

Laura Fernández Gallardo^a und Sebastian Möller^b

^a TU Berlin, Telekom Innovation Laboratories; ^b Quality and Usability Lab, TU Berlin

With the advent of wideband technologies (50 - 7,000 Hz), higher transmitted signal quality can be achieved in contrast to traditional narrowband communications (300 - 3,400 Hz). It is commonly acknowledged that the low frequencies incorporated contribute to increased naturalness, presence, and comfort, whereas the high frequency extension facilitates fricative differentiation. However, no formal intelligibility test to demonstrate this last fact is known to the authors. The present investigation addresses the effects of bandwidth limitation on phoneme intelligibility. Listeners were asked to discriminate among differently bandwidth-filtered and coded-decoded logatome segments, selecting the logatome heard from a list of given options. The results show a statistically significantly better differentiation between /s/ and /f/ in wideband compared to narrowband, not manifest for other tested phonemes.

Di. 14:40 Stockholm Functional impact of speech degradations

A Microscopic Approach to Speech Intelligibility Prediction using Auditory Models

Mahdie Karbasi und Dorothea Kolossa

Ruhr-Universität Bochum

Speech intelligibility prediction has always been a challenging topic in the field of speech signal processing. Recently, the so-called microscopic speech intelligibility models have attracted a lot of attention, since they promise to be more precise in estimating intelligibility and in diagnosing problems due to specific phoneme confusions. These methods

attempt to predict the listener's response to a speech signal on a word-by-word or phoneme-by-phoneme basis. For this purpose, they typically use a model which simulates the processing happening inside the auditory periphery. In this paper, we develop a speech recognition system based on auditory models and HMMs, for the purpose of predicting human word recognition accuracies. This system is evaluated with different auditory models and in speech-shaped noise at different SNRs. Also we compare the results obtained by our model and some state-of-the-art macroscopic models.

Di. 15:00 Stockholm Functional impact of speech degradations

Modeling Speech Intelligibility in Hearing-Impaired Listeners

Christoph Scheidiger^a, Søren Jørgensen^b und Torsten Dau^c

^a *Technical University of Denmark*; ^b *Oticon A/S (DK)*; ^c *Centre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark*

The work on speech intelligibility (SI) models started with the articulation index (AI). Models following the AI were extended to work in a greater variety of conditions. Recent studies predicted SI in normal-hearing (NH) listeners based on a signal-to-noise ratio measure in the envelope domain (SNRenv, Jørgensen and Dau, 2011 and Jørgensen et al, 2013). This framework showed good agreement with measured data under a broad range of conditions, including stationary and modulated interferers, reverberation, and spectral subtraction. Despite the advances in modeling SI in NH listeners, a broadly applicable model that can predict SI in hearing-impaired (HI) listeners is missing. This study investigates to what extent effects of hearing impairment on SI can be modeled in the sEPSM framework. Preliminary results show that, by only accounting for the loss of audibility, the model can describe the reduced temporal masking release (MR) in HI listeners. The MR is defined as the speech reception threshold (SRT) benefit listeners obtain in fluctuating noise compared to stationary noise. However, the model cannot account for the higher SRTs of HI listeners in stationary noise compared to NH listeners. The limitations of the model are analyzed and improvements are proposed.

Di. 15:20 Stockholm Functional impact of speech degradations

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 119)

Di. 16:40 Stockholm Functional impact of speech degradations

Effectiveness of Histogram Equalization and SyDOCC Features on Speech Recognition Performance on a Real-World Noisy Speech Task

Markus Müller, Jooan Hussain, Martin Wagner, Sebastian Stüker und Alex Waibel

Karlsruher Inst. f. Technologie

When building systems for automatic speech recognition, one often faces the challenge of dealing with speech signals containing noise. This additional noise leads to a drop in recognition performance, especially, when the acoustic environment varies during training and testing of a system. There exist several approaches to deal with noisy data, most of which require the noisy conditions to be predictable (e.g. multi condition training, parallel model combination, etc.) or an estimate of the noise present during testing (e.g. speech enhancement, adaption, etc.). But the acoustic conditions cannot always be predicted. Additional techniques are required to deal with varying acoustic conditions. We investigated two different approaches to deal with these conditions, namely Histogram Equalization (HEQ) and Synchronized Damped Oscillator Cepstral Coefficients (SyDOCC). While HEQ tries to normalize the statistical properties of the input features in an unsupervised manner without requiring a noise estimate, SyDOCCs try to model the acoustic properties of the human ear more accurately than Mel-Frequency Cepstral Coefficients. The damped oscillators intend to mimic the characteristics of the hair cells in the human ear. We compare both approaches using data with artificially added noise as well as data that contains genuine noise due to the recording conditions.

Di. 17:00 Stockholm Functional impact of speech degradations

Diskriminanzanalyse zur differenzierenden Erkennung leicht verwechselbarer Klassen

Hans-Günter Hirsch und Fabian Schmitt

Hochschule Niederrhein, Inst. f. Mustererkennung

Analysiert man die Ergebnisse einer HMM basierten Erkennung gestörter Sprachsignale, so beobachtet man für bestimmte Sprachsegmente die Berechnung in etwa gleich großer Wahrscheinlichkeiten für zwei oder mehrere Klassen. Dabei fokussieren die hier vorgestellten Untersuchungen zunächst auf eine wortbasierte Erkennung englischer Ziffernketten (TIDigits). Somit wird als Sprachsegment ein Wort betrachtet. Die Klassen entsprechen den Ziffern. Der Ansatz kann aber auch auf eine phonembasierte Erkennung großer Wortschätzze angewendet werden. Als akustische Merkmale werden die aus den Ausgangswerten einer MEL Filterbank bestimmten Cepstralkoeffizienten verwendet, wobei das robuste Analyseverfahren eine adaptive Filterung der DFT Spektren zur Unterdrückung stationärer Störungen beinhaltet. Die Erkennung erfolgt unter Verwendung wortbasierter Hidden Markov Modelle (HMM). Es wird

untersucht, inwieweit man durch eine zweite Erkennungsstufe unter Berücksichtigung der mit nahezu gleicher Wahrscheinlichkeit zugeordneten Klassen die Klassifizierung der schwierig zu erkennenden Ziffern verbessern kann. Dazu wird eine Diskriminanzanalyse eingesetzt, bei der die MEL Spektren beispielsweise mit einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) oder einer linearen Diskriminanzanalyse (LDA) transformiert werden. Die Transformationsmatrizen der PCA oder LDA werden dabei während des Trainings individuell für jede Kombination leicht verwechselbarer Klassen bestimmt.

Di. 17:20 Stockholm Functional impact of speech degradations

Real-Time Dereverberation for Deep Neural Network Speech Recognition

Andreas Schwarz, Christian Huemmer, Roland Maas und Walter Keller-mann

Univ. Erlangen-Nürnberg

We evaluate a real-time multi-channel dereverberation method for the application to speech recognition with deep neural networks (DNN). The dereverberation method is based on modeling the reverberated signal as a mixture of a fully coherent direct path signal and a diffuse reverberation component, and estimating the coherent-to-diffuse power ratio (CDR) from the spatial coherence of the signals. The method can operate in real-time, i.e., without requiring processing of entire utterances. We compare CDR estimators which are "blind", i.e., do not require information about the direction of arrival (DOA) of the target signal, with estimators which make use of a DOA estimate. The impact of the dereverberation method on speech recognition accuracy with different DNN-based acoustic models is investigated with the REVERB challenge corpus and the Kaldi speech recognition toolkit.

Di. 17:40 Stockholm Functional impact of speech degradations

Diagnosing the Quality of Transmitted Speech with Expert and Naïve Listeners

Friedemann Köster^a und Sebastian Möller^b

^a TU Berlin, Telekom Innov. Labs; ^b Quality and Usability Lab, TU Berlin

In this contribution the frequency and consistency of expert and naïve listeners in a technical causes annotation experiment are compared. For this, two experiments with experts and naïfs following the guidelines of the currently discussed ITU-Recommendation P.TCA were conducted. In these experiments, participants are asked to annotate speech files with respect to their possible degradation by choosing from a list of 47 degradations, separated in 9 impairment types. Originally intended for experts, the P.TCA procedure was expanded with exemplary listening material for naïve annotators. The results show that experts annotate more consistently than naïfs, and that the additional provided examples are not sufficient for equal consistency. As a result possible improvements of the P.TCA methodology are presented.

Di. 18:00 Stockholm Functional impact of speech degradations

Challenging ITU-T P.835: Searching for the optimal order of scales for assessing the quality of complex speech signals

Sebastian Arndt^a, Sebastian Möller^b und Jan-Niklas Antons^a

^a TU Berlin; ^b Quality and Usability Lab, TU Berlin

When evaluating the quality of speech samples which contain background noise the International Telecommunication Unit (ITU) has released the ITU-T P.835 standard for assessing the quality on several scales. The scales contain ratings on signal quality, background noise annoyance, and the overall quality. Hereby, the order is fixed in the recommendation, such that the overall quality should be always assessed last, and the signal quality and background noise randomly either first or second. However, no clear argumentation is given why only the first two items are supposed to be randomized but the overall quality should be assessed last. Furthermore, research has shown that the order of scales has an effect on the judgment made. In this paper, we will show that the order of scales has an effect on the rating scores in this scenario. Therefore, we conducted an experiment conform to the recommendation, and altered the order of scales. We used a complex speech sample which contained different types and intensities of background noise; these were also suppressed using noise suppression algorithms. These may have an influence on the speech signal itself. We assessed the proposed scales and differed the order of those in a within subject study design.

Sitzung „Functional impact of speech degradations (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:20 / Stockholm, Poster-Forum: Di. 15:40 / Ebene 1

Dienstag

Speech degradations (Poster)

Comparison between the Discrete ACR Scale and an Extended Continuous Scale for the Quality Assessment of Transmitted Speech

Friedemann Köster^a, Dennis Guse^a, Marcel Wältermann^b und Sebastian Möller^b

^a TU Berlin, Telekom Innov. Labs; ^b Quality and Usability Lab, TU Berlin

In this contribution the properties of quality ratings as obtained on a continuous and extended scale are investigated and a functional relation to the ITU-T P.800 Absolute Category Rating (ACR) scale is derived. Therefore, two auditory experiments were conducted in which narrowband and wideband conditions were rated on both the extended continuous and the ACR scale. It turned out that the main benefit of the extended continuous scale is the increased sensitivity, especially for conditions of lower quality. This fact renders the continuous scale attractive for wideband or beyond-wideband experiments, where only a reduced area of the rating scale is available for low-quality conditions (e.g., narrowband conditions).

Sitzung „Sprache im KFZ“

Di. 14:00 Helsinki

Sprache im KFZ

Intelligibility enhancement for hands-free mobile communicationMarkus Niermann, Florian Heese und Peter Vary*RWTH Aachen*

Mobile telephony in noisy car environments is a very challenging task for signal processing. While driving, the hands-free mode is mandatory. Both, the uplink and downlink communication, are much more impaired by the acoustic background noise than in the hand-held mode. Numerous publications deal with the "uplink problem", while much less attention has been spent to the downlink.

In strong acoustical background noise, the near-end user suffers from an increased listening effort and reduced intelligibility of the far-end speech. Speech intelligibility in the presence of noise has been studied, e.g., in [Cooke13], and a solution for the hand-held mode of a mobile phone was proposed, e.g., in [Sauert13]. The noise problem in the context of public address systems was investigated, e.g., in [Crespo13].

In this contribution, the "Near-End Listening Enhancement"-approach (NELE) of [Sauert13] is applied to the hands-free operation of a mobile phone in the car. It maximizes the Speech Intelligibility Index (SII) by a spectral modification of the received far-end signal, taking into account the near-end background noise. The interaction between uplink noise-reduction, echo cancellation and downlink NELE is analyzed and the NELE algorithm is modified w.r.t. the acoustic constraints. The results are verified by measurements and audio examples.

Di. 14:20 Helsinki

Sprache im KFZ

Adaptive Beamforming for Microphone Arrays on Seat BeltsMohamed Krini^a, Klaus Rodemer^a, Vasudev Kandade Rajan^b und Gerhard Schmidt^b^a*paragon AG;* ^b*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

Belt-microphones are an interesting alternative to conventional microphones used for hands-free telephony or speech dialogue systems in automobile environments. An enhanced signal quality in terms of high signal-to-noise ratio (SNR) can usually be reached compared to other microphone positions commonly placed at the rear view mirror, the steering wheel, or the center console. The seat belt-microphone system consists of three omnidirectional microphones spaced by about 15 cm and are placed around the shoulder and chest of a sitting passenger. The entire geometry is flexible and is likely to change due to movements of the passenger. From the arrangement of these three microphones, that microphone is often selected which has the best overall signal quality in terms of high SNR. Further improvements can be achieved if all microphone signals are combined to a single output signal. In this contribution the signal combination is performed with an adaptive beamformer and

a subsequent postfilter. The overall performance of the proposed beamformer designed for belt-microphones is analyzed in terms of SNR and SIR (signal-to-interference ratio) and compared with that of the single best microphone.

Di. 14:40 Helsinki

Sprache im KFZ

Private Telefonie im Fahrzeuginnenraum durch Sprachmaskierung

René Skowronek und Gerhard Krump

Technische Hochschule Deggendorf

Damit in Chauffeurfahrzeugen mit unbekanntem Fahrer eine Privatsphäre sichergestellt ist, wurde eine Funktion zur Maskierung der Sprache entwickelt. Maskierersignale, die über Kopfstützenlautsprecher ausgegeben wurden, sollten den sprechenden Passagier auf dem Rücksitz des Fahrzeugs für den Fahrer unverständlich machen. Dafür wurden drei verschiedene Maskierer verwendet, die auf zwei unterschiedlichen Verdeckungs-Grundsätzen basierten. Zwei Signale führten über spektrale Maskierung zu einer Verdeckung, ein weiteres Signal reduzierte die Sprachverständlichkeit durch eine informationelle Maskierung. Mit Hörversuchen im Fahrzeug wurde untersucht, welche Signale zur Verdeckung von Sprache in dieser Situation am besten geeignet sind. Es werden die dabei notwendigen Maskiererpegel, aber auch subjektive Eindrücke und Wahrnehmungen der Testpersonen mit und ohne zusätzlichem Musiksignal erörtert.

Di. 15:00 Helsinki

Sprache im KFZ

Listening Effort vs. Speech Intelligibility in Car Environments

Jan Reimes, Günter Mauer und Hans Wilhelm Gierlich

HEAD acoustics GmbH

The in-car listening situation is often impacted by low SNR conditions which lead to reduced speech intelligibility and higher listening effort, respectively. This applies to hands-free communication but also to in-car communication between driver and passengers in a similar way. Instrumental as well as auditory assessment of intelligibility in such scenarios is still a challenging task. The auditory test procedures are time consuming and thus expensive. Currently, also no suitable instrumental analyses are available. On the other hand, the assessment of listening effort can be derived by listening tests according ITU-T recommendation P.800, which is often more efficient to conduct. In the literature already several hints concerning the correlation between listening effort and intelligibility can be found. However, so far the comprehensions of car cabin acoustics or communication devices are not taken into account. This contribution presents two auditory experiments. The first one evaluates the speech intelligibility in certain scenarios with "classical" methods (counting of correctly understood words). The second experiment uses real speech as stimuli and is carried out according to ITU-T recommendation P.800 evaluating the listening effort on a 5-point scale. The

results of both auditory experiments are compared to investigate the relation between listening effort and intelligibility.

Di. 15:20 Helsinki

Sprache im KFZ

Subjective Preferences in Stereo Fullband Hands-free Communication

Jens Friedrich^{a,b}, Arthur Wolf^b, Klaus Linhard^b, Stephan Senkbeil^a und Gerhard Schmidt^a

^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel;* ^b*Daimler AG*

Today's hands-free telephone systems mostly transmit a single-channel bandlimited signal. In this work the subjective benefits of a stereo-fullband hands-free system for car applications are analyzed. The investigation shows subjective user preferences in terms of spatial presentation of telephone signals and audio bandwidth. The listening tests were performed as a subjective comparison mean opinion score test (CMOS test). At first, the influence of noise reduction on the preferred playback setup and bandwidth is shown. Afterwards, the preferred playback setup (mono/stereo) for different numbers of people speaking at the far-end side is examined. The third test compares different stereo recording methods.

The results show that the noise reduction has only small influence on the preferred playback setup. For the preferred audio bandwidth, noise reduction has an opposite influence. Overall there is a clear preference for a fullband transmission. For the preferred playback setup for a different number of people talking, one has to differ between the cases when only one person is speaking and more remote communication partners are participating in a call. The preferred stereo recording method is mid-side stereophony. The results of this investigation point to a need for new user interfaces for car applications of stereo-fullband telephone systems.

Di. 16:40 Helsinki

Sprache im KFZ

Digitale Simulation der Fahrzeuginnenraumakustik zur Unterstützung der Entwicklung und Evaluierung von Innenraum-Kommunikationssystemen

Christian Lüke^a, Arthur Wolf^b, Michael Brodersen^a und Gerhard Schmidt^a

^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel;* ^b*Daimler AG*

Wegen der hohen Hintergrundgeräusche gestaltet sich die Kommunikation innerhalb eines Fahrzeuges oftmals schwierig. Die für eine Unterhaltung unnatürliche Anordnung der Gesprächspartner erschwert die Kommunikation weiter, insbesondere zwischen Fahrer und Passagieren auf der Rückbank. Systeme zur Unterstützung der Innenraum-Kommunikation (In-Car Communication, ICC) können die Kommunikation verbessern, indem sie die Sprache mittels Mikrofonen aufnehmen, digital aufbereiten und in Zuhörernähe über Lautsprecher wiedergeben. Die Entwicklung, Parametrierung und Evaluierung solcher ICC-Systeme

ist unter anderem durch die notwendigen Testfahrten aufwendig. Zur Unterstützung wurde daher ein System zur Simulation der Fahrzeuginnenraumakustik aufgebaut, mit dessen Hilfe die an den Fahrzeugmikrofonen und Ohren der Zuhörer anliegenden Signale simuliert werden können. Dieses System besteht aus einem handelsüblichen PC mit einer ASIO-fähigen Soundkarte, auf dem eine overlap-save-basierte Fal tungsmaschine gerechnet wird. Die notwendigen Entzerrfilter können durch das Simulationssystem entworfen werden. Die Lautsprechersignale des auf einer Head Unit ausgeführten ICC-Systems werden durch eine Anpasshardware auf Line-Pegel heruntergemischt. Zu den simulierten Mikrophonsignalen können weitere Signale realer Mikrofone über eine analoge Mischerschaltung addiert und dann angepasst an die Head Unit geleitet werden. Möglichkeiten zur Evaluierung des ICC-Systems ergänzen das Simulationssystem.

Di. 17:00 Helsinki

Sprache im KFZ

Instrumental Testing of In-Car Communication Systems

Udo Müsch und Frank Kettler

HEAD acoustics GmbH

In-car communication (ICC) systems ease the communication between driver and passengers in a driving vehicle by amplifying and playing back drivers' voice through the rear loudspeakers. The system faces the common acoustic signal coupling problem between speakers and microphone as both acoustic interfaces are in the same cabin. Consequently these systems need to be carefully tuned in order to avoid unnatural speech reproduction, noticeable delay or audible howling. Instrumental tests distinguish between speech transmission parameters and noise transmission parameters. The overall quality of such systems needs to address speech quality in the presence of background noise as this is the real use case in a driving car. Vice versa, for tuning purposes the analysis of speech transmission parameters (gain, frequency response, stability, ...) is often required without the influence of noise. Instrumental tests to characterize ICC systems are discussed in this contribution.

Di. 17:20 Helsinki

Sprache im KFZ

Listening Test to Determine the Mismatch Between Signal-To-Noise Ratio and Human Perception

Simon Graf^a, Anne Theiß^b, Tobias Herbig^a und Gerhard Schmidt^b

^a*Nuance Communications Deutschland GmbH*; ^b*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

Evaluations of speech enhancement systems, such as hands-free telephony or in-car communication, are typically based on artificially generated noisy speech signals. Clean speech signals can be filtered by measured impulse responses and superimposed by background noise. In this context, representative criteria are required for signal mixing to obtain realistic test signals. A common approach to quantify the weighting

of speech and background noise is the signal-to-noise power ratio (SNR) where the power of speech and noise signals are calculated separately irrespective of their spectral distributions. The subjective audio impression of human listeners, however, significantly depends on the spectral distributions and is therefore not reasonably predicted by the standard SNR. For this contribution, listening tests were performed to determine the influence of the spectral distribution of noise on the hearing impression of human listeners. Two examples of noisy speech signals with different spectral distributions of noise were presented to the test subjects. They were instructed to adjust the noise power of one example such that the speech similarly sets apart from the noise as much as the reference example does. Based on our experimental results, we evaluate objective measures and their capability to predict the subjective rating.

Di. 17:40 Helsinki

Sprache im KFZ

Von der Straße ins Labor: Die Modifikation der Sprachproduktion bei lauten Fahrgeräuschen

Gerhard Schmidt^a, Rabea Landgraf^b, Oliver Niebuhr^b, Tina John^b, Christian Lüke^a und Anne Theiß^a

^aChristian-Albrechts-Universität zu Kiel; ^bChristian-Albrechts-Universität zu Kiel, ISFAS

Vorangegangene Studien zum Lombard-Effekt berücksichtigten bislang nur selten Modifikationen der Sprachproduktion, die im Auto durch unterschiedliche Fahrgeräusche hervorgerufen werden. Um dieses Phänomen unter kontrollierten Laborbedingungen zu untersuchen, wurde eine an der Universität Kiel entwickelte akustische Umgebungssimulation verwendet. Dabei sitzen Sprecher in einem stehenden Auto, in dem durch zusätzliche Lautsprecher an allen Scheiben Fahrgeräusche wiedergegeben werden. Für die vorliegende Untersuchung wurden Sprachaufnahmen in dieser Umgebungssimulation sowie während einer echten Fahrsituation bei Geräuschbelastungen von 0 km/h, 50 km/h, 100 km/h und 150 km/h durchgeführt. Während frühere Arbeiten zur Lombard-Sprache überwiegend prosodische und segmentelle Aspekte betrachteten, wurden in dieser Arbeit vor allem kommunikative Parameter der Gesprächssteuerung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Anzahl der Turns im Dialog sowie die Sprechgeschwindigkeit mit steigender Geräuschbelastung verringern, während die Menge der Hästinationen und die Sprachproduktionsleistung zunehmen. Darüber hinaus wird deutlich, dass die Interaktion zwischen den Dialogpartnern mit steigendem Lärmniveau zurückgeht und die Redebeiträge länger werden. Diese Effekte treten sowohl im Labor als auch in den Sprachaufnahmen der Autofahrt auf und sind somit für beide Versuchsorte qualitativ gleich. Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie wird zudem bestätigt, dass der im fahrenden Auto hervorgerufene Lombard-Effekt durch die akustische Umgebungssimulation der Universität Kiel im Labor simuliert werden kann.

Di. 18:00 Helsinki

Sprache im KFZ

Detection of "Silent Calls" in Emergency Call ScenariosRadi Serafimov, Frank Kettler und Silvia Poschen*HEAD acoustics GmbH*

According to the EU commission vehicles need to be equipped with "eCall" (emergency call) systems in the future. In case of accident, a minimum set of data (MSD) including GPS position is transmitted and a voice call via "112" is established to the Public Safety Answering Point (PSAP). Hands-free functionality is used in the vehicle. The audio connection is the only communication channel between PSAP and driver or passengers in the vehicle. Thus, transmission quality is of highest importance. These systems require new tests and limits compared to conventional hands-free communication. This contribution presents the results of a listening test for the "silent call" problematic. A "silent call" in this context designates an emergency call (real emergency case or erroneously generated call, e.g. from a mobile phone) where no one is actively communicating with the PSAP side. Thus, the transmitted noise scenario is the only information for the PSAP operator to decide about the relevance of this call. The following points will be discussed: What are the minimum requirements to transmit ambient noise from a vehicle involved in an accident? How transparent the uplink needs to be? What are the requirements for implemented noise reduction algorithms in eCall implementations?

Sitzung „Lärmentstehung und -ausbreitung I“

Di. 14:00 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Meteorologische Korrekturen - Ermittlung auf der Grundlage einer PegelstatistikKarl-Wilhelm Hirsch^a und Berthold Vogelsang^b^a*Cervus Consult; b Nieders. Ministerium f. Umwelt*

Die meteorologische Korrektur c_{met} der DIN ISO 9613-2 dient dazu, aus dem "äquivalenten A-bewerteten Dauerschalldruckpegel bei Mitwind" LAT(DW) den "A-bewerteten Langzeitmittelungspegel" LAT(LT) zu ermitteln. Über die Bedeutung des Langzeitmittelungspegels bzw. des Dauerschalldruckpegels und des Mitwind oder des Schallausbreitungs-günstig gibt es mehr oder weniger präzise Aussagen in den einschlägigen Regelwerken, vgl. beispielsweise DIN ISO 9613-2 und VDI 3745 Blatt 1. Einfachste qualitative Beobachtungen des Bodenwindes und der Temperaturschichtung ('leichte' Inversion) werden in diesen Regelwerken für die Einschätzung des Schallausbreitungsgünstig einer Schallausbreitungssituation herangezogen. Was aber ist ein Dauerschallpegel, ein Langzeitmittelungspegel? Sind sie abhängig von Beurteilungszeiten, Kennzeichnungszeiten, Tages-Teilzeiten oder gar Jahreszeiten? Was bedeutet 'Langzeit'? Welches Mittelungsverfahren ist sachgerecht?

Was ist schallausbreitungsgünstig ('favorable')? Was ist 'neutral' im Hinblick auf eine Ausbreitungssituation? Der Beitrag diskutiert und beantwortet diese Fragen nicht nach Maßgabe von qualitativen Wetterbeobachtungen sondern auf der Grundlage einer Pegelstatistik. Diese Pegelstatistik wird aus stundenspezifischen Zeitreihen des Prognosepegels über ein Jahr an einem Immissionsort gewonnen. Dazu wird die Methode des Schallwetters angewendet, das auf der DAGA 2014 vorgestellt wurde. Ein Ergebnis des Beitrags ist beispielsweise ein ortsspezifisches Nomogramm des abstands- und himmelsrichtungsabhängigen C_{met} für einschlägige Beurteilungszeiten im Winter- und Sommerhalbjahr. Die Antworten sind objektivierbar und können die Behörden bei der Festlegung des c_0 unterstützen.

Di. 14:20 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Kaustiken bei Schallausbreitung in der Atmosphäre

Till Kühner

Cervus Consult

Durch die Höhenabhängigkeit von Wind und Schallgeschwindigkeit in der Atmosphäre kommt es zu Krümmungen in der Schallausbreitung. Diese Krümmungen können dazu führen, dass der Schalldruck nicht mehr mit dem Abstand abnimmt, sondern wieder zunimmt. In einem Strahlenmodell laufen dann die Strahlen nicht mehr auseinander, sondern wieder zusammen. Schneiden sich die Strahlen, kommt es zu sehr hohen Schalldrücken, und man spricht von einer Kaustik. Solche Kaustiken treten beispielsweise bei einem Krümmungsradius von 5000 m nach einer Bodenreflektion bei unter 400 m Abstand von der Quelle auf, sind also keine seltenen Exoten. Im Beitrag wird der Übergang von der normalen, mit geometrischen Strahlen beschreibbaren Schallausbreitung zum Sonderfall in der Nähe der Kaustik dargestellt und der erneute Übergang zum klassischen Bild der Strahlen, sowie die Konsequenzen wie Phasenverschiebung und Streuung an der Kaustik, diskutiert.

Di. 14:40 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

AzB vs. DOC 29 - Oder wer kann die Gunst der Radarspuren gewinnen?

Berthold Vogelsang^a, Jochen Schaal^b und Svenja Veric^b

^a Nieders. Ministerium f. Umwelt; ^b SoundPLAN GmbH

Der Einsatz von Radarspuren zur Bestimmung der Geräuschbelastung in der Umgebung von Flugplätzen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Nicht nur die Identifikation eines gemessenen Geräuschereignisses als ein Fluggeräuschereignis wird hierdurch wesentlich zuverlässiger, sondern es können auch Beschwerden über Flugroutenabweichungen überprüft und analysiert werden. Die Überprüfung kann in Verbindung mit Messergebnissen sogar soweit führen, fluggesellschaftsspezifische Start- und/oder Landeverfahren zu unterscheiden und sie hinsichtlich ihrer akustischen Auswirkungen zu bewerten. In Deutschland

bzw. Europa werden die AzB und das ECAC DOC 29 3rd ed. zur Ermittlung der Belastung mittels Radarspuren in der Umgebung von Flugplätzen eingesetzt. Beide Verfahren sind jedoch nicht direkt für die Verarbeitung von Radarspuren vorgesehen und müssen daher angepasst werden. Dies bezieht sich nicht nur auf die Geometrie, sondern auch auf die Zuordnung von Geräuschemissionsdaten. Diese Thematik wird am Beispiel des Flughafens Hannover diskutiert. Dabei wird auf Fragen nach den notwendigen Anpassungen der Verfahren sowie der Qualität der Berechnungsergebnisse eingegangen. Die Ausführungen zur Qualität beruhen zum einen auf einen Vergleich mit Messergebnissen des Langzeitmittelungspegels sowie der Verteilung des Maximalpegels und zum anderen auf den Pegelunterschieden in der Fläche.

Di. 15:00 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Überprüfung von Fluglärmberechnungs-Software

Roman Thierbach und Percy Appel

Umweltbundesamt

Die Festsetzung der Lärmschutzbereiche an Flughäfen und militärischen Flugplätzen nach dem Fluglärmenschutzgesetz hat erhebliche rechtliche und finanzielle Konsequenzen. Es ist daher wichtig, dass der Berechnungsalgorithmus korrekt in die entsprechende Software umgesetzt wird. In der Beschlussempfehlung des Bundestags-Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Novellierung des Fluglärmgesetzes im Jahr 2007 wurde das Umweltbundesamt deshalb u. a. gebeten, die Bundesländer bei der Qualitätssicherung der Berechnungsprogramme zu unterstützen. Das Umweltbundesamt hat daraufhin in Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen ein praxisgerechtes Verfahren zur Überprüfung der Fluglärm-Berechnungsprogramme erarbeitet und erfolgreich angewendet. Aufbauend auf den dabei gewonnenen Erkenntnissen soll dieses Verfahren für die nunmehr anstehende Evaluation des Fluglärmenschutzgesetzes weiterentwickelt werden. Dazu soll das Verfahren zur Softwareüberprüfung an die heutigen Erfordernisse und an den aktuellen Stand der Technik angepasst werden. Im Rahmen dieser Arbeiten werden sowohl der bestehende Testflugplatz modifiziert als auch die vorhandenen Testszenarien erweitert. Die Testszenarien umfassen verschiedene Prüfschritte, wie z. B. die Durchführung von Einzelpunktberechnungen und flächenhafte Lärmberechnungen. Durch das Überprüfungsverfahren soll der hohe Qualitätsstandard bei der Lärmberechnungssoftware weiterhin sichergestellt werden. Die Eckpunkte des Verfahrens werden anhand von ausgewählten Beispielen vorgestellt und erläutert.

Di. 16:20 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Zusätzliche Anforderungen an statistische VorbeifahrtmessungenManuel Männel^a, Wolfram Bartolomaeus^b und Alexander Attenberger^c^a Müller-BBM GmbH; ^b Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach; ^c Bayerisches Landesamt für Umwelt

Durch statistische Vorbeifahrtmessungen können die akustischen Eigenschaften von Fahrbahnbelägen zum Zeitpunkt der Messungen punktuell festgestellt werden. Diese SPB-Messungen nach DIN ISO 11819-1 werden zum Beispiel im Rahmen der Neuentwicklung von Bauweisen oder zur Bestimmung des akustischen Alterungsverhaltens von Fahrbahnbelägen durchgeführt. Die Überarbeitung der RLS-90 sieht zudem vor, dass künftig SPB-Messungen unter gewissen Voraussetzungen Eingangsdaten für die schalltechnische Kategorisierung von Fahrbahnbelägen liefern können. Die Ergebnisse werden als Einzahlwerte mit Vertrauensbereich angegeben und für verschiedene Fahrzeugkategorien ausgewertet. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die in der Norm genannten Anforderungen an die Messbedingungen jedoch nicht ausreichen, um die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sicherzustellen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich um hochbelastete Strecken handelt, bei denen die Verkehrsgeräusche des Gesamtverkehrs im Vergleich zu der zu messenden Einzelvorbeifahrt ein maßgebliches Störgeräusch darstellen. In dem Beitrag werden Messergebnisse an unterschiedlichen Streckenabschnitten dargestellt und der Einfluss der Störgeräusche ausgewertet. Es werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert wie sichergestellt werden kann, dass der Fremdgeräuschanteil ausreichend gering ist um reproduzierbare Messergebnisse zu erreichen.

Di. 16:40 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Anwendung von Beamforming für VorbeifahrtmessungenAndreas Fuchs^a, Marco Conter^a, Reinhard Wehr^a, Martin Hagmüller^b und Hannes Pessentheiner^b

^a AIT Austrian Institute of Technology; ^b Techn. Universität Graz, SPSC
Bei Statistischen Vorbeifahrtmessungen (SPB) im Straßenverkehr nach der Norm ISO 11819-1 müssen zwischen den zu messenden Fahrzeugen Mindestabstände eingehalten werden um eine nötige Quellentrennung zu gewährleisten. Das Ziel ist durch den Einsatz eines Mikrofon-Arrays mit einer flexiblen Richtwirkung eine Verbesserung der Quellentrennung zu erreichen und somit die Abhängigkeit vom nicht kontrollierbaren Verkehr zu mindern. Außerdem soll durch eine Richtwirkung der Störabstand für kontrollierte Vorbeifahrtmessungen (CPB) bei Elektrofahrzeugen mit niedrigen Geschwindigkeiten verbessert werden. Es werden lineare Anordnungen mit maximal 15 Mikrofonen verwendet und an die Problemstellung angepasste Beamforming-Algorithmen (stationär und zeitvariant) geprüft um bereits in dieser Phase ein Optimum zu finden, eine allenfalls benötigte nachträgliche Quellenseparierung wird

ebenso getestet. Nach einigen Testsimulation werden anhand von kontrollierten Vorbeifahrtsmessungen mit zwei oder mehr Fahrzeugen die möglichen Grenzen der Quellentrennung überprüft und der mittels Beamforming berechnete maximale Vorbeifahrtspegel mit dem herkömmlich gemessenen Pegel eines Mikrofons verglichen. Anschließend werden die möglichen Verbesserungen bei statistischen Vorbeifahrtsmessungen evaluiert.

Di. 17:00 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Iterative Kopplung von BEM und FEM zur Vorhersage von schiffsinduziertem Lärm in Ufernähe

Sören Keuchel und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Die Ausbreitung von Luft- und Körperschall in Ufernähe, angeregt durch Schiffsverkehr, kann prinzipiell über zwei unterschiedliche Wege erfolgen: Der erste Weg ist der direkte Schalleintrag des Schiffes über die Luft. Der zweite Übertragungspfad ist vom Schiff über das Wasser in den Boden. Es wird ein Rechenmodell vorgestellt, das es erlaubt, die beiden Schallwege gezielt zu untersuchen. Es besteht aus Teilmodellen für Luft, Wasser und Boden. Die Modellierung des ersten Weges kann aufgrund einer anzunehmenden schwachen Kopplung zwischen Luft und Wasser mit Hilfe der BEM durchgeführt werden. Für eine sinnvolle Vorhersage ist für den zweiten Weg eine Kopplung zwischen Wasser und Boden notwendig, da aufgrund der geringen Dichteunterschiede eine starke Kopplung vorliegt. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften von Wasser und Boden kann es nützlich sein, diese mit unterschiedlichen Berechnungsverfahren zu simulieren. Bei einer direkten Kopplung können die Vorteile der einzelnen Verfahren nicht voll ausgenutzt werden. Die Kopplung wird daher durch das Schur-Komplement der direkten Kopplungs-Matrix realisiert und ermöglicht somit die iterative Lösung beider Systeme. Hierdurch können unterschiedliche Modellierungsansätze und Programme für jedes Teilmodell verwendet werden und es lassen sich die Verfahren der entsprechenden Situation anpassen. In dem Beitrag werden sowohl die theoretischen Grundlagen als auch Ergebnisse der Modellierung vorgestellt.

Di. 17:20 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Schallimmissionsschutz an Schießständen - Schießlärmprognose in Genehmigungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von Standortschießanlagen

Barbara Schmidt^a, Bernd Wiedemann^b, Joachim Vogel^c, Berthold Vogelsang^d und Hermann Lewke^e

^aBundesministerium der Verteidigung; ^bBundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr; ^cBAIUDBw KompZ BauMgmt S K 5, Öffentlich rechtliche Aufsicht der Bundeswehr;

^dNieders. Ministerium f. Umwelt; ^eLandesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern

Das Bundesministerium der Verteidigung und seine nachgeordneten Bundesbehörden einschließlich der Öffentlich-rechtlichen Aufsicht der Bundeswehr sind bestrebt, ihre Schießplätze in Deutschland so zu betreiben, dass einerseits eine qualitativ hochwertige Ausbildung der Streitkräfte sichergestellt ist und andererseits die Beeinträchtigung der Nachbarschaft durch Schießlärm so gering wie möglich gehalten wird. Für das Üben mit großen Waffen auf ihren Truppenübungsplätzen hat die Bundeswehr erfolgreich ein tägliches Lärmmanagement eingeführt, das diese Zielsetzung nachhaltig verfolgt. Für die Schießausbildung an Handwaffen betreibt die Bundeswehr so genannte Standortschießanlagen, die als Schießplätze nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz und den einschlägigen Vorschriften für Schießlärm zu beurteilen sind. Diese Vorschriften berücksichtigen wichtige Aspekte des militärischen Schießens nicht; sie führen im Schießstandbau häufig zu baulichen Maßnahmen, die den Lärmschutz nicht nachhaltig sicherstellen. Die Bundeswehr hat deshalb Berechnungs- und Prognoseverfahren für den Schießlärm entwickelt, die die komplexe Schallausbreitung in den durch eine Vielzahl von Sicherheitsaufbauten geprägten Schießständen prognostizieren können, und zuverlässige Kriterien für ein "lärmarmes" Design von Schießständen erlauben. Die Bundeswehr ist an die Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) herangetreten, um diese Verfahren in Genehmigungsverfahren zuzulassen. Das Ergebnis dieser Initiative ist der "Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen", der diese Verfahren integriert und mit den Vorschriften der TA Lärm nach dem Stand der Technik verbindet.

Di. 17:40 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Bestimmung des Beurteilungspegels der VDI 3745 Blatt 1 durch Prognose

Frank Hammelmann und Karl-Wilhelm Hirsch

Cervus Consult

Die VDI 3745 Blatt 1 legt das Verfahren zur Bestimmung des Beurteilungspegels von Schießgeräuschen durch Messung des bewerteten Schalldruckpegels $L_{p,AFmax}$ einer Emissionssituation fest. Die TA Lärm schreibt vor, dass dieser Beurteilungspegel, modifiziert durch das C_{met} aus der DIN ISO 9613-2, mit ihrem Richtwertsystem zu vergleichen ist, um die Lärmbelastung durch den Schießbetrieb eines Schießplatzes zu ermitteln. In der Planungsphase von schalltechnisch wirksamen baulichen Maßnahmen, Neuplanungen oder wesentlichen Änderungen der Betriebssituation wird eine Prognose dieses $L_{p,AFmax}$ benötigt, um das Beurteilungsverfahren der TA Lärm anwenden zu können. Der Beitrag zeigt zunächst, dass die Prognose des $L_{p,Aeq}$ nicht hinreichend kompatibel zu diesem Beurteilungsverfahren ist, weil der in der VDI 37456 Blatt 1 festgelegte Impulszuschlag von 16 dB unabdingbar den $L_{p,AFmax}$ benötigt. Es wird danach ein Verfahren vorgestellt, dass auf der Grundlage eines Quellmodells nach DIN EN ISO 17201-3 und einer Ausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 zu einer sachgerechten Prognose

des Beurteilungspegels der VDI 3745 Blatt 1 führt. Dieses Verfahren ist im "Schallimmissionsschutz an Schießständen - Leitfaden zur Genehmigung von Standortschießanlagen" des Ausschusses Physikalische Einwirkungen (PhysE) der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) bei der Prognose des Beurteilungspegels von Schießgeräuschen implementiert.

Di. 18:00 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung I

Messung und Prognose von Immissionspegeln an ausgewählten Orten in der Umgebung einer Standortschießanlage

Jürgen Zangers^a, Matthias Trimpop^a, Bernd Wiedemann^b und Joachim Vogel^c

^a IfL Institut für Lärmschutz GmbH; ^b Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr; ^c BAIUDBw KompZ BauMgmt S K 5, Öffentlich rechtliche Aufsicht der Bundeswehr

In der Planungsphase für den Neu- oder Umbau von Standortschießanlagen ist eine Messung, die den späteren Bauzustand repräsentiert, nicht möglich. Vom Bundesministerium der Verteidigung wurde zur Abschätzung der akustischen Auswirkung von baulichen Veränderungen an Standortschießanlagen die Prognosesoftware PROPPER® entwickelt. PROPPER® steht als Werkzeug für die Berechnung der Schallausbreitung von Schießgeräuschen von Handwaffen der Bundeswehr für die Bauplanung zur Verfügung und ist als Referenzmodell bei der Öffentlich Rechtlichen Aufsicht der Bundeswehr eingeführt. Das PROPPER-Modul (RANGER) zur Berechnung der Ersatzschallquelle erfüllt die Testaufgabe nach DIN EN ISO 17201-3 als „sophisticated model“ oberhalb von 100 Hz und damit für den immissionswirksamen Frequenzbereich eines Mündungsknalls. Zur Validierung des gesamten PROPPER-Verfahrens wurden Immissionsmessungen in der Nachbarschaft einer Standortschießanlage der Bundeswehr unter Beachtung aller Anforderungen der VDI 3745 Blatt 1 durchgeführt. Darüber hinaus wurden auch die relevanten Wettergrößen mittels SODAR/RAS höhenabhängig erfasst. Die gesamte Standortschießanlage wurde mit allen maßgeblichen Bauteilen in ein digitales Modell zur Berechnung der Ersatzquelle mittels RANGER überführt. Die mit dem RANGER ermittelte Ersatzquelle war Ausgangspunkt für die Berechnungen der Immissionspegel mit dem Programmmodul PROPAGATER. Der Vergleich zwischen Prognosewerten und Messwerten zeigt eine gute Übereinstimmung von Messung und ermittelter Prognose.

Sitzung „Elektroakustik I“

Di. 14:00 Budapest

Elektroakustik I

Akustische Eigenschaften von Lautsprechern aus KohlenstoffnanoröhrchenBernhard Seeber^a, Alaa Abdellah^b und Paolo Lugli^b^a Audio-Signalverarbeitung, TU München; ^b TU München, Lehrstuhl für Nanoelektronik

Kohlenstoffnanoröhrchen (Carbon Nanotubes, CNT) sind molekulare, röhrenförmige Gebilde aus Kohlenstoff. Werden CNTs auf ein Trägermaterial, wie dünne Folien oder Glasscheiben, aufgebracht, können sie bei Stromfluss Wärme abstrahlen. Dabei entsteht eine lokale Dichteänderung der Luft, die bei Wechselsignalen zu hörbaren Schallemissionen führt. Für die hier beschriebene Untersuchung wurden einwandige Kohlenstoffnanoröhrchen zu einer Dispersion verarbeitet und mittels Sprühtechnologie als sehr dünne Schichten (<100 nm) großflächig auf ein Substrat (Glass, Kapton, Papier mit ca. 50x35 mm² Fläche) abgeschieden, wo sie ein homogenes und elektrisch leitfähiges Netzwerk bilden. Diese CNT-Muster wurden elektroakustisch vermessen. Der abgestrahlte Schallpegel in 10 cm Abstand betrug für das Muster mit Papierträger 28 dB SPL für ein 1-kHz-Sinussignal mit 20 V_{rms}, entsprechend einer Sensitivität von etwa 1,4 dB/V. Die Sensitivität war abhängig vom Trägermaterial und am höchsten für Papier und Kapton. Bedingt durch das physikalische Prinzip der Schallabstrahlung wird eine Schallwelle für die positive wie auch die negative Halbwelle einer sinusförmigen Wechselspannung generiert, was zu einer Verdopplung der Frequenz führt. Daher sind spezielle Methoden nötig, um bei einer möglichst geringen Materialerwärmung eine verzerrungsarme Schallabstrahlung zu erreichen. Im Vortrag werden erste Ergebnisse zur Signalverarbeitung und zu den akustischen Eigenschaften dieser neuartigen Lautsprechertechnologie vorgestellt.

Di. 14:20 Budapest

Elektroakustik I

Herstellung und Charakterisierung von Faserverbundstrukturen mit integrierten piezoelektrischen Wandlerarrays für die gerichtete Abstrahlung von UltraschallEric Starke, Martin Dannemann, Anja Winkler und Niels Modler

TU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) haben ein hohes Leichtbaupotenzial und ermöglichen damit z.B. im Luftfahrt- oder Automobilsektor eine Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Darüber hinaus bieten einige FKV die Möglichkeit Sensoren, Aktoren und elektronischen Schaltungen direkt in Leichtbaukomponenten zu integrieren. Die erzeugten Bauteile weisen somit neben der Tragfunktion weitere zusätzliche Funktionalitäten auf. Ein Beispiel hierfür ist z.B. die Verwendung

von integrierten piezoelektrischen Wandlerarrays für Ultraschallsensor-systeme. Bisher werden dafür aber typischerweise kommerzielle piezoelektrische Wandler händisch in bzw. auf Verbundbauteile ein- bzw. aufgebracht. Für eine kommerzielle Verwendung solcher funktionalisierter Verbundkomponenten sind jedoch Technologien notwendig, die eine automatisierbare Produktion ermöglichen und nicht zu einer signifikanten Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften des Bauteils führen. In diesem Beitrag werden zunächst der Aufbau und die Herstellung eines thermoplastischen FKVs mit einem integrierten piezoelektrischen Wandlerarray vorgestellt, das die genannten Forderungen erfüllt. Hierzu werden speziell für den thermoplastischen Verbund entwickelte dünne piezoelektrische Wandler maschinell zu einem Array vorkonfektioniert und anschließend in einem angepassten Fertigungsverfahren unter Verwendung thermoplastischer Halbzeuge zu einem funktionalisierten Verbundbauteil konsolidiert. Für dieses funktionalisierte Bauteil werden anschließend sowohl die akustischen als auch elektroakustischen Eigenschaften charakterisiert. Besonderes Augenmerk liegt hier auf den erzielten Abstrahlungseigenschaften. Aufbauend auf diesen Messergebnissen werden verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen diskutiert.

Di. 14:40 Budapest

Elektroakustik I

Einfluss der unmittelbaren Umgebung auf den Strahlungswiderstand von Hornschallquellen

Jannis Klaus^a, Jakob Enders^a, Klaus Lange^b und Georg-Peter Ostermeyer^a

^aTU Braunschweig; ^bVolkswagen AG

Zur Erhöhung des elektro-akustischen Wirkungsgrades werden Schallquellen oftmals Hörner vorgeschaltet. Als Maß für die abgestrahlte Schallleistung kann der Realteil der Horningangsimpedanz herangezogen werden, der auch als Strahlungswiderstand bezeichnet wird. Generell ist der Strahlungswiderstand von der Horngeometrie abhängig, wobei sich längere Hörner in der Regel als vorteilhaft erweisen. Um lange Hörner bei gleichzeitig begrenztem Platz zu realisieren, werden diese häufig in gefalteter oder gewickelter Ausführung konstruiert. Das Horn lässt sich zusätzlich verlängern, indem die Umgebung als verlängerter Trichter genutzt wird. Strahlt die Hornschallquelle nicht in den freien Raum, sondern gegen Wände, Ecken oder andere Bauteile, so rückwirken diese auf den Strahlungswiderstand. Der Effekt kann ausgenutzt werden, um die abgestrahlte Schallleistung zu erhöhen (z.B. Klipschhorn). Die Zusammenhänge von Strahlungswiderstand und der unmittelbaren Umgebung werden experimentell und durch FEM-Simulationen untersucht. Neben der Richtcharakteristik wird der Strahlungswiderstand in Abhängigkeit von Geometrie und Frequenz analysiert und quantitativ dargestellt. Es zeigt sich, dass bei günstiger Parameterwahl der elektro-akustische Wirkungsgrad maßgeblich erhöht werden kann.

Di. 15:00 Budapest

Elektroakustik I

Schwingungsbasiertes Energy Harvesting auf Elektret- und Piezoelekretbasis

Perceval Pondrom^a, Joachim Hillenbrand^b, Gerhard M. Sessler^b, Joachim Bös^a und Tobias Melz^a

^a TU Darmstadt - SzM; ^b TU Darmstadt - Institut für Nachrichtentechnik

Im vorliegenden Beitrag werden schwingungsbasierte Elektret- und Piezoelekret-Energy-Harvester vorgestellt. Da Elektret- und Piezoelekretwandler hohe Empfindlichkeiten besitzen, sind sie für Energy Harvesting besonders gut geeignet. Für die Untersuchungen der Piezoelekret-Energy-Harvester wurden einfache Designs verwendet, bei denen eine oder mehrere gestapelte Piezoelekretfolien von einer beschleunigten seismischen Masse komprimiert werden. Wegen des niedrigen Elastizitätsmoduls von Piezoelekreten können niedrige Resonanzfrequenzen der Harvester auch mit kleinen seismischen Massen erreicht werden, was für schwingungsbasiertes Energy Harvesting günstig ist. Bei den ähnlich aufgebauten Elektret-Energy-Harvestern sind Elektretfolie, Rückelektrode und seismische Masse durch einen elastischen Abstandshalter aus zellularem Polypropylen voneinander getrennt. Durch Variation der Fläche und der Dicke des Abstandshalters können Resonanzfrequenz und Empfindlichkeit des Harvesters optimiert werden. Piezoelekret-Energy-Harvester mit einer einzelnen Folienschicht und einer seismischen Masse von 8 g erzeugen bei einer Resonanzfrequenz von 700 Hz eine typische Leistung von 5 μW bei einer Beschleunigung von 1 g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Vergleichbare Werte können mit Elektret-Energy-Harvestern erzielt werden. Für beide Harvester-Typen können mit optimierten Designs die Resonanzfrequenzen verkleinert und die generierten Leistungen deutlich erhöht werden.

Di. 16:20 Budapest

Elektroakustik I

Untersuchung der thermischen Eigenschaften von Kleinstlautsprechern

Gottfried Behler, Jens Mecking und Markus Müller-Trapet

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Der Vortrag fasst die bisherigen Ergebnisse einer Untersuchung des thermischen Verhaltens von dynamischen Kleinstlautsprechern zusammen. Das Ziel ist die thermische Modellierung, also die Vorhersage der Temperatur des Lautsprechers und ihrer Auswirkungen auf sein Übertragungsverhalten. Aus der Untersuchung von Hifi-Lautsprechern sind Modelle bekannt, die den Wärmetransport in solchen Systemen beschreiben, jedoch ist unklar, inwieweit diese Ansätze auf Grund der unterschiedlichen Randbedingungen übertragbar sind. Insbesondere die Zuordnung zwischen Größen des thermischen Ersatzschaltbilds und den physikalischen Eigenschaften des Systems wird thematisiert. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurden verschiedene Lautsprecher unter

kontrollierten Bedingungen auf ihre thermischen Eigenschaften hin untersucht. Um das Verhalten bei schmalbandiger Anregung um die Resonanz zu beschreiben wird ein Vorschlag zur Erweiterung des bekannten Modells gemacht, die den Beitrag von Konvektion zur Wärmeleitung berücksichtigt. Die Messung der Temperatur der Schwingspule erfolgt indirekt über die Bestimmung des Gleichstromwiderstands der Schwingspule. Diese Methode wurde mit Hilfe einer Kalibrationsmessung auf ihre Genauigkeit und Reproduzierbarkeit hin überprüft. Neben dem Gleichstromwiderstand konnte mit der Nachgiebigkeit der Membranaufhängung ein zweiter temperaturabhängiger Thiele-Small-Parameter identifiziert werden.

Di. 16:40 Budapest

Elektroakustik I

Adaptive stabilization of electro-dynamical transducers

Wolfgang Klippel

KLIPPEL GmbH

A new control technique for electro-dynamical transducer is presented which stabilizes the voice coil position, compensates for nonlinear distortion and generates a desired transfer response by pre-processing the electrical input signal. The control law is derived from transducer modeling using lumped elements and identifies all free parameters of the model by monitoring the electrical signals at the transducer terminals. The control system stays operative for any stimulus including music and other audio signals. The active stabilization is important for small loudspeakers generating the acoustical output at maximum efficiency.

Di. 17:00 Budapest

Elektroakustik I

Holographic Loudspeaker Measurement based on Near Field Scanning

Christian Bellmann

KLIPPEL GmbH

Loudspeaker directivity is traditionally measured in the far field under anechoic conditions, using special measurement rooms, which have insufficient absorption at very low frequencies (<100 Hz). Large measurement objects require a measurement distance, which is larger than the dimensions of the room. Furthermore, accurate measurements of the phase response require special precautions to ensure a homogeneous temperature field. An alternative method is the measurement in the near field, which ensures a high signal to noise ratio and avoids air propagation problems. However, this technique requires a holographic wave expansion based on special solutions of the wave equation (spherical harmonics, Hankel functions) to generate conventional far field data and the sound pressure at any point in 3D space outside the scanning surface. In addition to directivity and sound power, the method provides new near field characteristics, which are important for studio monitors, laptops, tablets and other personal audio devices. Performing the scan

on two layers gives additional field information to separate the direct sound, radiated from the loudspeaker, from room reflections. Thus, the new holographic measurement technique performed in a non-anechoic environment (e.g. workshop) provides comprehensive loudspeaker data at higher accuracy and reduced costs.

Di. 17:20 Budapest

Elektroakustik I

Vergleich verschiedener Lautsprecherzeilen im Nahfeld

Tom Wühle, Sebastian Merchel und M. Ercan Altinsoy

TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik

Das Fernfeldrichtverhalten von Lautsprecherzeilen wurde in der Vergangenheit bereits ausführlich studiert. Für große Hörabstände existieren mittlerweile zahlreiche Ansätze zur Optimierung des Abstrahlverhaltens solcher Schallquellen. Verschiedene Anwendungen erfordern jedoch Schallquellen, deren Richtverhalten sich bereits in kleineren Hörabständen kontrollieren lässt. Dies gilt z.B. für die Wiedergabe von Audiosignalen in Heimkinosystemen, in Umgebungen für virtuelle Realitäten, für Sicherheitssysteme in der Elektromobilität oder bei der mobilen Kommunikation. Es entsteht die Frage, ob Lautsprecherzeilen auch in solchen Szenarien sinnvoll eingesetzt werden können. Dieses Paper untersucht das Richtverhalten von drei verschiedenen Zeilenstrukturen im Nahfeld. Dabei werden die Unterschiede zum Fernfeldrichtverhalten diskutiert. Ebenso werden verschiedene Signalverarbeitungsansätze für die Ansteuerung der Lautsprecherzeilen verglichen.

Di. 17:40 Budapest

Elektroakustik I

Einsatz linienförmiger Mikrofonarrays zur flexiblen Mikrofonierung von ausgedehnten Schallquellen

Christoph Gilbert^a und Matthias Domke^b

^a Institut für Musikinstrumentenbau e.V., Klingenthal; ^b Microtech Gefell GmbH

Veranstaltungsorte werden vielseitig genutzt, wodurch eine große Flexibilität der Audiotechnik notwendig ist, diese ist dort meist fest installiert und wird nahezu jeder Veranstaltungsart gerecht. Bei der Mikrofonierung hört diese Flexibilität bisher auf, da jede Aufführung andere Anforderungen an die Mikrofonart, die Anzahl und die Platzierung hat. Als mögliche Lösung wird in diesem Vortrag die Mikrofonierung mittels linienförmiger Mikrofonarrays im Fernfeld der Schallquelle vorgestellt. Diese Mikrofonarrays haben in der vertikalen Ebene eine keulenförmige Richtcharakteristik die eine gute Fokussierung auf die Schallquelle ermöglicht. Durch die ferngesteuerte Ausrichtung von Richtkeulen mittels digitaler Signalverarbeitung besteht dabei die Möglichkeit gezielt einzelne Bühnenbereiche oder die gesamte Bühne zu mikrofonieren. Zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, vom großen Orchester, über Theatervorführungen mit einem oder mehreren sich bewegenden Sprechern, bis hin zu akustischen Aufführungen mit oft wechselnden Künstlern, können mit

einer Stereoanordnung aus zwei Mikrofonarrays authentisch abgedeckt werden.

Di. 18:00 Budapest

Elektroakustik I

Practical constraints on the design of a MIMO control system for a multichannel sound source

Ander Perez^a, Franz Zotter^b, Martin Pollow^c und Johannes Klein^c

^aKunstuniversität Graz; ^bKunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik; ^cInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The characterization of a room by measured room responses can be enriched by involving a directional measurement source whose directional characteristics are adjustable. Regarding the achievable hardware effort, a sequential measurement procedure with a step-wisely rotated spherical source is most suitable to obtain high resolution. At the Institute of Technical Acoustics in Aachen, a prototype was built to explore achievable limits of directivity control. How to design a directivity control using a finite impulse response MIMO control system based on measurements? Firstly, the directivity of each transducer was measured using a spherical measurement grid. The source directivity control inverts the system of the measured directivities, entailing infinite impulse responses whenever the measurements are slightly ill-conditioned. This paper shows how regularization strategies can affect the trade-off between accuracy of the inversion with feasible impulse response lengths and robustness constraints. Due to the large array elements' number achieved by the sequential measurement technique, directivities can be accurately synthesized up to a high resolution given in terms of spherical harmonic orders. Can practical measurements benefit from high directional resolution and larger bandwidth? This paper gives a practical answer on how to design directivity control considers sharpness in time versus frequency and directivity.

Sitzung „Fahrzeugakustik I“

Di. 14:00 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Hochfrequente impulshaltige Geräusche bei Sportwagen mit direkteinspritzenden Ottomotoren

Gleb Kropatschew

Mercedes-AMG

Moderne Otto-Motoren werden immer effizienter und sparsamer. Dies ist unter anderem der ausgereiften Kraftstoffeinspritz-Technologie zu verdanken. Für eine optimale Kraftstoffzerstäubung im Brennraum ist ein hoher Einspritzdruck von Nöten. Solche Systeme stellen für Fahrzeugakustiker eine Herausforderung dar, denn sie erzeugen infolge ihrer impulsbehafteten Funktionsweise Geräusche, die psychoakustisch von Kunden als minderwertig oder gar störend wahrgenommen werden. Diese Geräusche sind im Frequenzbereich von ca. 2 kHz bis hin zur

Obergrenze des hörbaren Bereichs angesiedelt und haben einen intermittierenden Klangcharakter. Das Phänomen wird als "Tickern" bezeichnet. Sportfahrzeuge stellen dabei eine besondere Herausforderung dar, denn die wichtigsten Eigenschaften von modernen Sportmotoren sind neben Drehmoment, Leistung und Gewicht auch Kraftstoffverbrauch und Komfort. Dies führt zu einem Zielkonflikt, der in diesem Beitrag näher erläutert wird.

Di. 14:20 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Mikrofonarrayverfahren zur Messung der abgestrahlten Schallleistung von Motorkomponenten

Gert Herold, Ennes Sarradj und Lilien Fröhlich

BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik

Zur Minderung der Schallabstrahlung an Fahrzeugkomponenten ist eine genaue Identifizierung der Schallquellen von Interesse. Oft ist es jedoch nicht möglich, diese isoliert zu betrachten. Beim Betrieb eines Motors etwa strahlen mehrere Komponenten gleichzeitig Schall unterschiedlicher Stärke ab. Für diesen Beitrag wurden Messungen an einem Verbrennungsmotor mit einem umschließenden Mikrofonarray durchgeführt und auf einem dreidimensionalen Fokusbereich ausgewertet. Das vorgestellte Verfahren orientiert sich an der Bestimmung der Schallleistung nach dem Hüllflächenverfahren mit fünf Punkten. Hierfür wird die Schallleistung über Schalldruckmessungen mit je einem Mikrofon in der Mitte der Flächen eines den Messkörper umschließenden Quaders bestimmt. Im Gegensatz zur Messung mit nur einem Mikrofon pro Referenzfläche erlaubt die Verwendung eines Mikrofonarrays und geeigneter Auswertealgorithmen die räumliche Ortung der Schallquellen. Ebenso ist die Ermittlung des Anteils einzelner Motorkomponenten an der abgestrahlten Gesamtschallleistung möglich. Die präsentierten Ergebnisse umfassen die raumauflösende Darstellung der am Motor auftretenden Quellen, deren jeweiliges Schallleistungsspektrum sowie einen quantitativen Vergleich mit der nach dem Hüllflächenverfahren bestimmten Gesamtschallleistung.

Di. 14:40 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Gezielte Veränderung der Impulshaftigkeit von Motorgeräuschsignalen durch geeignete Manipulationen im Modulationsfrequenzbereich

Henning Oetjen, Arne Oetjen und Reinhard Weber

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

Dieselmotoren erzeugen eine stark ausgeprägte Impulshaftigkeit bzw. "Nageligkeit". Für Zwecke des Geräuschdesigns wäre es wünschenswert, gezielt die Nageligkeit eines Dieselmotorgeräusches verändern zu können. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Form der Einhüllenden bei amplitudenmodulierten Geräuschen einen großen Einfluss auf die Rauigkeit besitzt. Die Vermutung liegt nahe, dass eine impulsartige

Klangcharakteristik, analog zur Rauigkeit, sowohl von der Modulationstiefe als auch der Modulationswellenform bestimmt wird. Zur weiteren Untersuchung werden auf impulsartige Aufnahmen von Verbrennungsmotoren im Leerlauf zuerst eine 24-kanalige Filterbank angewendet und anschließend in ausgewählten Kanälen das Einhüllendenspektrum manipuliert. Die wieder zu einem breitbandigen Geräusch resynthetisierten Signale werden von einem Probandenkollektiv, zusammen mit den Ausgangsgeräuschen auf einer Kategorialskala hinsichtlich ihrer Impulshaftigkeit bewertet. Die Ergebnisse bestätigen zum einen, dass die Einhüllendenform einen großen Einfluss auf die Impulshaftigkeit besitzt. Zum anderen wird deutlich, dass durch Manipulation der Einhüllendenspektren die Impulshaftigkeit bei gleichzeitigem Erhalt der typischen Motorgeräuschcharakteristika gezielt erhöht oder verringert werden kann.

Di. 15:00 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Schallortung an Motorprüfständen über Grad-Kurbelwinkel

Philipp Grams^a, Dejan Arsic^a und Hugo Fastl^b

^a Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH; ^b TU München, AG Technische Akustik, MMK

Die Schallortung mittels Mikrofonarrays und dem konventionellen Delay-and-Sum-Algorithmus ist ein bewährtes Mittel, um mögliche Störgeräusche am Fahrzeug einzuzgrenzen oder zu lokalisieren. Häufig wird dabei das Zeitsignal in einzelne Blöcke geteilt und anschließend in den Frequenzbereich transformiert. Wesentliche Informationen über Motorzustände gehen hierbei jedoch verloren. Diese Informationen können aber hilfreich sein, da die Darstellungsebene meist auf dem Motor liegt, so dass die Quelle innerhalb des Motors schwer zu bestimmen ist. Für eine detaillierte akustische Analyse bewährt sich seit Langem eine winkelbasierte Betrachtung, genauer gesagt die Grad- Kurbelwinkelanalyse, von rotierenden Systemen. Durch die Überführung der Zeitrohdaten in den Winkelbereich ist es möglich, akustische Phänomene eindeutig bestimmten Winkelstellungen und damit auch eindeutigen Stellungen im Antrieb zuzuordnen. Da diese Form der Analyse in der Motorakustik zu den Standardwerkzeugen zählt, ist es sinnvoll, auch die Schallortung in den Winkelbereich zu überführen. Somit können gefundene Quellen eindeutig Winkelstellungen zugeordnet werden. Auch recht breitbandige Impulse können genauer lokalisiert werden, da diese nun bei einer bestimmten Winkelstellung analysiert werden können und nicht nur im Zeitbereich. Insbesondere einzelne Explosionen in den Zylindern sind damit eindeutig ortbar. Daneben können aber auch andere vom Kurbelstrang abhängige Größen, wie zum Beispiel ein Ventilkloppern, quantifiziert werden.

Di. 15:20 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Untersuchung der schalldämmenden Wirkung von leichten Aluminium- und Kunststoffschaumen an einer funktionsintegrierten Ölwanne**Peter Schrader, Tommy Luft und Hermann Rottengruber****Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl EMA**

Die Verwendung von Verbrennungsmotoren als Reichweitenverlängerer (Range Extender) in batteriebetriebenen Fahrzeugen, die Forderung der Kunden nach einem geräuscharmen Fahrbetrieb und die ab 2016 strengere Gesetzgebung hinsichtlich des Vorbeifahrtgeräusches erfordern neue passive und aktive Maßnahmen zur Reduktion des Motorgeräusches. Als äußerst wirksam in dieser Hinsicht hat sich dabei eine Vollkapselung des gesamten Motors erwiesen. Diese bringt jedoch den Nachteil eines deutlich höheren Raumbedarfs und Leistungsge wichtes mit sich. Vor diesem Hintergrund wurde am Institut für Mobile Systeme der Universität Magdeburg eine passive Dämpfungs- und Dämmungsmaßnahme erprobt, welche das Potential hat, ähnliche Effekte wie eine herkömmliche Kapsel zu bewirken, sich jedoch durch geringeren Raumbedarf und Gewicht auszeichnet. Es wurden verschiedene Dämmmaterialien, Kunststoff- und geschlossenzellige Metallschäume an einer Ölwanne angebracht. Unterschiedliche Befestigungsmethoden der Schäume wurden dabei erprobt. Untersucht wurde ferner der Einfluss der Dämmungsmaßnahme auf die Öltemperatur und das Wär mespeicher vermögen der Ölwanne mit einem integrierten Öl-Wasser-Wärmetauscher, dessen Verbesserung für einen effizienten Range-Extender-Betrieb von Vorteil ist. Der Beitrag wird sich hauptsächlich den akustischen Effekten der Anbringung der verschiedenen Schäume und Dämmstoffe an der Motoroberfläche widmen, welche im Nahfeld der Ölwanne mit einem Mikrofonarray gemessen wurden. Darüber hinaus wird der Einfluss der Schäume auf die Wärmespeicherfähigkeit beschrieben.

Di. 16:40 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Auslegung und Simulation der Schallabstrahlung eines Verdichter laufrades für Abgasturbolader**Stefan Becker, Johannes Müller und Marcus Becher****Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.**

Es erfolgt eine Darstellung des gesamten Workflows von der Auslegung des Verdichterlaufrades eines Abgasturboladers bis hin zur Simulation der Schallabstrahlung in mehreren Betriebszuständen. Dabei wird detailliert auf die Auslegungs- und Konstruktionsgrundlagen des Laufrads

und des passenden Spiralgehäuses eingegangen. Anhand verschiedener CFD-Simulationen ergibt sich eine Abschätzung der Strömungsvorgänge im Betriebspunkt und im Bereich des Pumpverhaltens des Turboverdichters. Darauf aufbauend werden die Grundlagen der Schallabstrahlungsberechnung nach den akustischen Analogien von Ffowcs-Williams und Hawkings erläutert und ihre Anwendung auf den Turbolader aufgezeigt. Entsprechend den unterschiedlichen Betriebspunkten werden die Ergebnisse der Akustiks simulationen hinsichtlich Schalldruckpegel und Frequenzspektrum analysiert und mit Ergebnissen aus der Literatur verglichen und diskutiert. Es zeigt sich eine sehr starke Abhängigkeit der Schallabstrahlung von dem Betriebsverhalten des Turboladers. Besonders im Bereich des Turboladerpumpes kommt es zu starken tonalen Beiträgen im Frequenzspektrum des abgestrahlten Schalls.

Di. 17:00 Hongkong

Fahrzeugakustik I

A Proposed Coupled Vibro-Acoustic and CFD Modeling Solution for Complex-Shaped Mufflers Subject to Mean Flow

Chadwyck Musser^a, Abderrazak Mejdi^a, Bryce Gardner^a, Sébastien Chaigne^b und Tiago Macarios^a

^aESI R&D USA; ^bESI Group France

Flow within a duct strongly affects the propagation of acoustic waves. This effect must be addressed by the vibro-acoustic modeling of duct systems that are subject to flow. The effective sound propagation speed in a duct is changed and the sound is refracted towards or away from the duct walls depending on flow direction. Narrowband acoustic sources from the engine must be attenuated by the muffler system. Because flow will shift the frequencies of the muffler system acoustic resonances, accurate modeling of acoustic propagation within a duct is crucial for design and "tuning" of muffler systems. For many actual muffler systems which have arbitrary or complex geometry, flow patterns do not have an analytical solution and must be determined through computational fluid dynamics (CFD) simulations. This paper describes an automated process for coupling an acoustic finite element (FE) muffler vibroacoustic design to an open source computational fluid dynamics (CFD) solver to obtain noise attenuation predictions accounting for flow effects, saving test effort and time. A validation case study showing the ability for a non-CFD expert modeler to obtain accurate muffler predictions for cases of uniform and non-uniform flow is presented. Limitations and future steps for this modeling approach are discussed.

Di. 17:20 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Korrelation Verzahnungsgeräusch Getriebe zwischen Fahrzeug und EOL-PrüfstandRandolf Arndt^a, Eugen Baron^b, Rüdiger Polacek^b und Nils Krohn^b^aVEBAS e.U. (A); ^bVolkswagen AG Werk Kassel

Nachdem in den vergangenen Jahren Motoren- und Abrollgeräusch bei modernen PKW deutlich reduziert wurden, erlangte das Getriebebege-räusch eine erhöhte Bedeutung. Während ein spezielles Motorenge-räusch als Sound teilweise besonders gewünscht wird, sollte Verzah-nungsgeräusch durch das Getriebe möglichst nicht für die Fahrinsas-sen wahrnehmbar sein. Am EOL-Prüfstand wird daher jedes Getriebe in einen genau definierten Lastzyklus akustisch vermessen und aufgrund des Messergebnisses wird danach entschieden, ob das Getriebe so in ein Fahrzeug verbaut werden darf oder ob noch Nachbesserungen er-forderlich sind. Eine gute Korrelation zwischen dem Ergebnis der EOL-Messung des Getriebes und der subjektiven Bewertung des Getriebes im Fahrzeug ist dabei die Voraussetzung dafür, dass die Kunden nur Fahrzeuge erhalten, bei denen Getriebegeräusch nicht störend ist. Da-mit einerseits dieses Ziel erreicht wird und andererseits auch die Prü-fung so kurz und automatisiert ablaufen kann, dass dies wirtschaftlich umsetzbar ist, sind vielfältige Maßnahmen in der Adaption der EOL-Prüfung und umfangreiche vergleichende Untersuchungen im Fahrzeug erforderlich. Im Rahmen des Vortrages werden diese Maßnahmen und die daraus resultierenden Ergebnisse vorgestellt.

Di. 17:40 Hongkong

Fahrzeugakustik I

Wahrnehmung von Getriebegeräuschen - Übertragbarkeit psy-choakustischer Analysen auf KörperschallsignaleKarsten Moritz^a, Steffen Ochs^a, Josef Schlittenlacher^b, Joachim Bös^a und Tobias Melz^a^aTU Darmstadt - SzM; ^bTU Darmstadt - AG Angewandte Kognitionspsy-chologie

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass bestimmte psychoakus-tische Kenngrößen zur Beurteilung von Getriebegeräuschen geeignet sind (siehe Schlittenlacher et al., DAGA 2014). Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden an einem dafür konstruierten Getriebeprüfstand die Einflüsse verschiedener Parametervariationen, wie z.B. Drehzahl und Drehmoment, auf die Perzeption von Getriebegeräuschen unter-sucht. Dazu werden im Betriebskennfeld berechnete Kenngrößen wie z.B. Lautheit, Schärfe und Rauigkeit herangezogen und unter bestim-mten Randbedingungen verglichen. Zur Auswertung werden dabei neben Luftschallsignalen auch Körperschallsignale verwendet und den Ergeb-nissen der Luftschallanalyse gegenübergestellt. Hieraus lässt sich für

den vorhandenen Aufbau eine Aussage treffen, inwieweit rechnergestützte psychoakustische Analysen, die ursprünglich als Beurteilungsgrundlage für die menschliche Hörempfindung gedacht waren, eine Prognose des Höreindrucks anhand von Körperschallsignalen zulässt. Dabei ist ein wichtiger Punkt die Skalierung der analysefremden Messgrößen (z.B. m/s^2 statt Pa) auf ein sinnvolles Maß, da die gebräuchlichen psychoakustischen Metriken mitunter nicht unabhängig voneinander sind und somit stark abweichende Zahlenwerte aufgrund nicht vorgesehener Messgrößen die Ergebnisse beeinflussen können.

Fachvorträge und Poster am Mittwoch, den 18.03.2015

Sitzung „Schallschutz im Wohnungsbau: Anforderungsgrößen, Schallschutzklassen, Schallschutz im eigenen Wohnbereich II“

Mi. 8:40 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau II

Schallschutzplanung nach DIN EN 12354-1 - 12 Jahre Erfahrung mit der Anwendung neuer Planungsmethoden im Schallschutz

Martin Schäfers

Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV

Mit dem KS-Schallschutzrechner wurde bereits im Jahr 2002 ein Planungswerkzeug veröffentlicht, mit dem eine praxisgerechte Anwendung des vereinfachten Rechenverfahrens nach DIN EN 12354-1 ermöglicht wird. Das Rechenprogramm wurde in den vergangenen Jahren kontinuierlich ausgebaut und weiterentwickelt. Es spiegelt damit aktuell den mit E DIN 4109-2 und E DIN 4109-3X veröffentlichten letzten Stand der Fachdiskussion wider. Innerhalb des Beitrags wird aus der über 12-jährigen Erfahrung mit der Anwendung des Rechenverfahrens berichtet. Neben dem grundsätzlichen Vorgehen wird über den Umgang mit Besonderheiten bei der Handhabung des Rechenverfahrens in realen Bausituationen berichtet und es wird auf häufig gestellte Fragen aus der Planungspraxis eingegangen. Insbesondere im Hinblick auf die zukünftige bauaufsichtliche Einführung der neuen Rechenverfahren sind die gesammelten Erfahrungen von großem Interesse. Als ein Fazit der langjährigen Anwendung des Rechenverfahrens kann festgehalten werden, dass der Planungsaufwand bei der Verwendung geeigneter Planungshilfen trotz erhöhter Prognosegenauigkeit nicht größer als bei der Anwendung des alten Verfahrens nach DIN 4109 Beiblatt 1 ist. Abschließend werden die Ergebnisse einer systematischen Auswertung von insgesamt 31 aktuellen Wohnungsbauprojekten bezüglich des rechnerisch nach E DIN 4109-2 ermittelten Schallschutzes vorgestellt und anhand einer Zuordnung zu den Schallschutzstufen aus VDI 4100 diskutiert.

Mi. 9:00 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau II

Bemessung nach E DIN 4109:2013 - Genauigkeit des Prognoseverfahrens für den Massivbau

Kai Naumann

Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH

Mit der Veröffentlichung der Entwürfe der Normenreihe DIN 4109 im November 2013 ist ein Schritt getan, die Europäischen Bemessungsregeln nach dem vereinfachten Verfahren nach EN 12354-1 in Deutschland einzuführen. Am Meisten interessiert nun, wie präzise sich die Schalldämmung der Innenbauteile von Gebäuden nach E DIN 4109-2 in Verbindung mit den übrigen Normenteilen bemessen lassen. In dieser Studie

werden Prüfergebnisse von Güteprüfungen in Gebäuden, die in Massivbauweise errichtet wurden, mit den aus Berechnungen prognostizierten Schalldämm-Maßen verglichen. Die Außenwände der betrachteten Gebäude bestehen aus Porenbeton. Die Innenwände bestehen aus Porenbeton, aus Kalksandstein oder sind in Trockenbauweise errichtet. Im Zusammenhang der Übereinstimmung der Rechenwerte mit den Prüfwerten wird die notwendige Größe der Unsicherheit des Bemessungsverfahrens diskutiert. Des Weiteren wird erörtert, welche Abweichungen bei kleinen Trennflächen auftreten können. In diesem Punkt wird der Zusammenhang zur Prüfnorm ISO 16283-1 hergestellt, nach der für die Auswertung der Messergebnisse keine Mindesttrennfläche mehr vorgesehen ist.

Mi. 9:20 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau II

Erhöhter Schallschutz bei Installationsgeräuschen - Normanforderungen und Kundenerwartung

Oliver Wolff

Geberit International AG

Installationsgeräusche stellen im Wohnungsbau eine wichtige Geräuschkategorie dar. Sie werden in der Regel als unangenehm und störend empfunden. Aber was ist eigentlich unter Installationsgeräuschen genau zu verstehen? Welche physikalischen Prinzipien spielen eine Rolle? Welche Anforderungen, gesetzliche Normen und Richtlinien existieren bereits, was ist in Planung und was kann sanitärtechnisch getan werden, um die Akustik von Installationsgeräuschen zu verbessern?

Hierzu werden Ergebnisse einer Masterarbeit vorgestellt, die in Zusammenarbeit mit der Universität Compiègne erarbeitet wurden. Dabei zeigt sich die physikalische Komplexität des Installationsgeräusches. Das Geräusch ist nicht nur instationär, zusätzlich wechseln dominierende Schallpfade ihre Anteile während des Spülvorganges. Dies erschwert eine mathematische Modellbildung für praktische Anwendungen.

Neben den Anforderungen aus geltenden Normen und Richtlinien spielt auch die subjektive Belästigung der Verbraucher eine zunehmend wichtigere Rolle. Dies ist einerseits wichtig für die Kundenzufriedenheit, kann im Streitfalle aber auch zivilrechtlich relevant sein.

Zur Beleuchtung dieser Thematik wird eine Studie im Rahmen eines Kundenprojektes vorgestellt. Der Bauträger befürchtete, dass das Spülen mit einem Spülgut zu einer grossen Geräuschbelästigung führt und er dadurch regresspflichtig wird. Testmessungen mit Quark als Spülgut bestätigten die hohen Pegel. Spülungen mit Wasser waren hingegen unauffällig. In normgerechten Prüfungen wird diese Situation derzeit nicht betrachtet. Über den Ausgang des Falles wird berichtet.

Mi. 9:40 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau II

Erforderliche Änderungen beim Rechenverfahren E DIN 4109:2013

Jürgen Maack

ITA GmbH

1. Das Rechenverfahren ist mit zu vielen Eingangsparametern belastet. Für jede Flanke i sollte eine Zusammenfassung der 3 Flankenschalldämmmaße $R_{DF,i}$, $R_{Fd,i}$, $R_{Ff,i}$ zu einem Flankenschalldämmmaß $R^*_{L,w,i}$ erfolgen.

Je nach Flankenbauteil gilt die Bezugs-Kopplungslänge 2,80 m bzw. 4,50 m. Für übliche Raumabmessungen sollte auf eine Korrektur auf die tatsächliche Kopplungslänge entfallen können, was im Rahmen der Prognoseunsicherheiten abzufangen ist.

2. Für leichte inhomogene Mauerwerkswände kann die Schall-Längsdämmung nicht aus der Direktschalldämmung berechnet werden. Der "Schlüssel" für eine gute Schall-Längsdämmung liegt dabei in der geeigneten Stossstellenausführung; ungeeignete Stoßstellen sind a priori auszuschließen.

Als Ausgangsgrößen für die Schall-Längsdämmung leichter inhomogener Mauerwerkswände wird der Wert $R^*_{L,w,i}$ benötigt, der vom Hersteller der inhomogenen Mauerwerkswände anzugeben und zu garantieren ist, jeweils mit Benennung der Ausführung der Stoßstelle:

- $R^*_{L,w,i}$ der flankierenden inhomogenen Mauerwerkswand für eine massive Wohnungstrennwand, $m' = 430 \text{ kg/m}^2$ (Standardqualität)
- $R^*_{L,w,i}$ der flankierenden inhomogenen Mauerwerkswand für eine massive Wohnungstrennwand, $m' = 530 \text{ kg/m}^2$ (erhöhter Schallschutz)
- $R^*_{L,w,i}$ der flankierenden inhomogenen Mauerwerkswand für eine Wohnungstrennwand in Leichtbauweise.

Analoge Aussagen werden auch für die Schall-Längsdämmung in vertikaler Richtung benötigt.

Mit dieser Kenngröße $R^*_{L,w,i}$ kann der bauakustische Fachplaner die von ihm zu erbringenden Berechnungen durchführen.

Mi. 10:00 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau II

Einfluss der Stoßstelle auf die Schall-Längsdämmung von Gipskarton-Metallständerwänden

Moritz Späh und Lutz Weber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik

Im Skelettbau werden bevorzugt leichte Wandkonstruktionen in Ständerbauweise eingesetzt. Für die resultierende Schalldämmung derartiger Wände ist neben dem direkten Schalldurchgang durch das trennende Bauteil die Schall-Längsdämmung der flankierenden Wände entscheidend. Diese wird durch die Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$, bzw. - bei Darstellung als Einzahlangabe - durch die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ beschrieben. Abhängig von der baulichen Ausführung der Stoßstelle zwischen flankierender und trennender Wand sind stark unterschiedliche Werte der resultierenden Norm-Flankenpegeldifferenz zu verzeichnen.

In einem in Zusammenarbeit mit der Knauf Gips KG durchgeföhrten Forschungsprojekt wurde die Flankendämmung, die Direktdämmung sowie die resultierende Schalldämmung von verschiedenen Wandkonstruktionen untersucht und der akustische Einfluss von unterschiedlichen Stoßausbildungen ermittelt. In diesem Beitrag wird über die Ergebnisse des Vorhabens berichtet.

Mi. 10:20 Seoul

Schallschutz im Wohnungsbau II

Bauteilkatalog für Elemente in DIN 4109

Bernd Saß

ift Rosenheim GmbH

Ein großer Arbeitsschwerpunkt bei der Überarbeitung von DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau - ist die Aktualisierung des Bauteilkatalogs, der bislang im Beiblatt 1 zu DIN 4109 Bestandteil der Norm ist. Aufgrund des erheblich gestiegenen Umfangs wurde der Bauteilkatalog in 6 Dokumente unterteilt, von denen eines mit dem Arbeitstitel E DIN 4109-35 die Bauelemente wie Fenster, Türen und Glas behandelt. Der Autor ist federführend an der Erstellung des Bauteilkataloges für Elemente beteiligt.

Die Entwürfe der Norm liegen mit Ausgabedatum 2014-06 vor und befinden sich aktuell in der Einspruchsphase. Aus diesem Anlass stellt dieser Beitrag die einzelnen Kapitel zu den Bauelementen vor, das neben bekannten Angaben zur Schalldämmung von Fenstern und Rollladenkästen neue Kapitel zu Türen, Glas und Bauteilfugen enthält.

Sitzung „Bauakustik I“Mi. 14:00 SeoulBauakustik I**Schallschutz im eigenen Wohnbereich und Wohnraumlüftung**Rudolf Liegl und Andreas HacklMöhler + Partner Ingenieure AG

Seit ein bis zwei Jahrzehnten ist im Bereich der bautechnischen Regeln in Deutschland ein kontinuierlicher Anstieg der Anforderungen zu beobachten. Dies ist unter anderem eine Folge der Energieeinsparverordnung und deren Fortschreibung seit dem Jahr 2002. Durch die Anforderung, Gebäude luftdicht zu planen und zu bauen, traten zunächst in Neubauwohnungen zunehmend Schimmelpilzschäden auf, denen durch technische Maßnahmen zur nutzerunabhängigen Wohnraumlüftung begegnet wurde. Schalltechnisch haben die Änderungen der lüftungstechnischen Regeln Rückwirkungen auf die im eigenen Wohnbereich mögliche Luftschalldämmung. Gleichzeitig werden die Fragen des Schallschutzes im eigenen Wohnbereich in den vergangenen Jahren zunehmend diskutiert und ein DEGA Memorandum "Schallschutz im eigenen Wohnbereich" wird derzeit vorbereitet. Der Beitrag stellt unterschiedliche technische Möglichkeiten der Luftführung innerhalb von Wohnungen dar und bewertet die Auswirkungen auf die im eigenen Wohnbereich erreichbare Schalldämmung.

Mi. 14:20 SeoulBauakustik I**Schallängsdämmung von Metallständerwänden - Laborprüfverfahren und Prognose**Jochen Seidel und Klaudius HengstKnauf Gips KG

Der Beitrag befasst sich mit der Schallängsdämmung von Metallständerwänden, ihrer Ermittlung im Labor und dem Brückenschlag zu Prognosen des Schallschutzes in Bauwerken. Sowohl die gültige Fassung, als auch der Entwurf der DIN 4109 geben einen Weg vor. Demnach werden die Normflankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ (ältere Bezeichnung Schallängsdämm-Maß R_L) eines flankierenden Bauteiles inklusive Stoßstelle und das Schalldämm-Maß ohne Nebenwege R des Trennbauteils rechnerisch zusammengeführt zur Gesamtschalldämmung inklusive Nebenwege. Das setzt voraus, dass die Normflankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ unabhängig von der Ausführung des Trennbauteiles ist. Jedoch schon die Definition einer klaren Grenze zwischen Stoßstelle und trennendem Bauteil ist nicht möglich. Weiter wird vorausgesetzt, dass die gemischten Übertragungswege F_d und D_f gegenüber dem Übertragungsweg F_f vernachlässigbar sind. Aktuelle Messergebnisse der Forschung und Entwicklung der Knauf Gruppe belegen das beide Voraussetzungen nicht gegeben sind. Das hat grundsätzliche und weitreichende Konsequenzen für das Laborprüfverfahren mit Luftschall. Der Stand der Untersuchungen wird in dem Beitrag vorgestellt.

Mi. 14:40 Seoul

Bauakustik I

Untersuchung des Berechnungsverfahrens nach dem Entwurf der DIN 4109 für die Luftschalldämmung im Massivbau

Maike Wehmeyer^a, Andreas Meier^b und Jörn Hübelt^c

^aHochschule Mittweida; ^bMüller-BBM GmbH; ^cHochschule Mittweida, Lehrstuhl f. Technische Mechanik u. Akustik

Zwischenzeitig liegt der Entwurf der neuen DIN 4109 vor. Das darin angegebene Berechnungsverfahren für die Schalldämmung im Massivbau wurde an das europäisch harmonisierte Verfahren angepasst. Bislang sind nur sehr wenige vergleichende Untersuchungen zwischen den tatsächlich erzielten Schalldämm-Maßen am Bau und den Ergebnissen bei Anwendung der unterschiedlichen Berechnungsverfahren verfügbar.

Im vorliegenden Beitrag wird auf der Grundlage von über 90 Güteprüfungen der Luftschalldämmung von qualitätsüberwachten Wohnungsbauprojekten eine vergleichende Darstellung zwischen neuem und altem Berechnungsverfahren vorgenommen. Im Detail zeigt sich bei der Anwendung, dass für Decken im Vergleich zur DIN 4109:1989 sowohl niedrigere als auch höhere Werte berechnet werden. Bei Wänden werden tendenziell höhere Werte berechnet. Ferner zeigt sich, dass das neue Berechnungsverfahren für die Anwendung als Nachweisverfahren prinzipiell geeignet erscheint, da jeweils sichergestellt ist, dass die durch Messungen festgestellten Schalldämm-Maße in der Regel höher als die berechneten waren. Dennoch zeigt die Untersuchung, dass Optimierungspotenzial besteht.

Mi. 15:00 Seoul

Bauakustik I

Sanierung von Holzbalkendecken - Berechnung vs. Messung

Torsten Westphal

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH

Die bauakustische Planung der Sanierung von Holzbalkendecken im Bestand erfordert eine möglichst genaue Kenntnis der vorhandenen Bausubstanz und damit ihrer schalltechnischen Leistungsfähigkeit. Die meisten Decken aus der Gründerzeit erfüllen nicht die Anforderungen an die Trittschalldämmung gemäß DIN 4109: 1989-11. Das gilt auch für die nach dem Krieg in den 1950er Jahren wieder errichteten Decken und für solche, an denen laut Baubeschreibung bereits "die Sanierung des Oberbelages" o.ä. durchgeführt wurde.

Aus Kostengründen wird häufig die rechnerische Abschätzung einer messtechnischen Bestandsaufnahme vorgezogen oder nach dem Motto: "Das haben wir schon immer so gemacht" bewusst auf diese verzichtet.

In dem Vortrag werden die Ergebnisse von Luft- und Trittschalldämm-Messungen von Holzbalkendecken in Altbauten vor und nach einer Sanierung anhand von Kurvenverläufen und Einzahlangaben vorgestellt,

und durch den Vergleich mit der vorangegangenen rechnerischen Abschätzung auf Grundlage von Bestandsunterlagen und verschiedener Literatur diskutiert.

Mi. 15:20 Seoul

Bauakustik I

Messungen der Körperschallintensität in einer Holzrahmenbaustruktur

Fabian Schöpfer^a, Carl Hopkins^b, Andreas R. Mayr^a, Ulrich Schanda^a

^a*Labor für Schallmesstechnik, Hochschule Rosenheim; b Acoustic Research Unit, School of Architecture, University of Liverpool*

In den vergangenen Jahren hat der Holzbau auch im mehrgeschossigen Wohnungsbau an Bedeutung gewonnen. Zur Gewährleistung des Schallschutzes zwischen fremden Wohneinheiten sind Werkzeuge zur Berechnung der Schallübertragung in leichten Baustrukturen, wie zum Beispiel Holzrahmenbaukonstruktionen nötig. Solche Prognosemodelle sollten für Ingenieuranwendungen idealerweise auf vereinfachten Berechnungsverfahren beruhen. Um die komplexen Übertragungsmechanismen in solchen Rechenmodellen abilden zu können, ist jedoch zunächst eine detaillierte Kenntnis des Schwingungsverhaltens solcher Konstruktionen nötig. In diesem Beitrag werden Ergebnisse von Untersuchungen an einer konkreten Rahmenbaukonstruktion vorgestellt. Hierzu wurde im Labor für Schallmesstechnik an der Hochschule Rosenheim ein Leichtbauprüfstand errichtet. Der verwendete Versuchsaufbau besteht aus einem T-Stoß aus Holzrahmenbauwänden und einer Holzbalkendecke. Grundlage für ein Prognosemodell könnten Berechnungsmethoden wie die Statistische Energieanalyse darstellen. Um deren Anwendbarkeit zu prüfen, wurde die Verteilung der Körperschallenergie im Bauteil bei Anregung durch eine Punktquelle untersucht. Dabei wurde die Abnahme der Oberflächenschnelle mit steigendem Abstand zum Anregungspunkt sowie der Energiefluss in der Struktur mithilfe von Körperschallintensitätsmessverfahren analysiert.

Mi. 16:40 Seoul

Bauakustik I

Messung und Berechnung der Körperschallübertragung am Bau teilstoß von Massivholzelementen

Simon Mecking^a, Tobias Kruse^a und Ulrich Schanda^b

^a*HS Rosenheim; b Labor für Schallmesstechnik, Hochsch. Rosenheim*
Die Zahl der Geschossbauten in Holzbauweise nimmt kontinuierlich zu. Verglichen mit Gebäuden in Mauerwerks- und Betonbauweise ist die schalltechnische Planung eines Bauobjektes in Holzbauweise eine deutlich größere Herausforderung. Die Gründe hierfür liegen unter anderem im Mangel von Planungswerkzeugen für den Schallschutz. Geeignete computergestützte Planungshilfen, die eine Simulation bereits im frühen Planungsentwurf für das gesamte Bauwerk ermöglichen, könnten den Planungsaufwand drastisch reduzieren. Eine Möglichkeit der Berechnung stellt die Verwendung eines gekoppelten FEM und SEA-basierten

Modells für die Luft- und Trittschalldämmung in der Bausituation dar, das sowohl die direkte Übertragung der Trennbauteile als auch die Übertragung der Flankenbauteile berücksichtigt. Für die SEA-basierte Berechnung der Schalldämmung nach EN 12354 werden als Eingangsdaten die Stoßstellendämm-Maße der Bauteilstöße benötigt. Der Beitrag zeigt aktuelle Ergebnisse von Betriebsschwinganalysen gekoppelter Bauteile und zugehöriger Stoßstellendämm-Maße. Dabei wurden die elastischen Zwischenschichten, die Stoßpressung und die Verbindungsmitte variert. Weiterhin wird die Modellierung der Stoßstellen mit einem kommerziellen SEA-Berechnungsprogramm vorgestellt und die Berechnungsergebnisse mit den Messergebnissen verglichen. Aus den Vergleichen können Rückschlüsse auf den für eine SEA gültigen Frequenzbereich gemacht werden. Die Ergebnisse basieren auf dem aktuellen Stand des DFG-AIF Forschungsvorhabens "Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten", das gemeinsam von TU München, Hochschule Rosenheim und ift Rosenheim durchgeführt wird.

Mi. 17:00 Seoul

Bauakustik I

Stoßstellendämm - Maße von Massivholzelementen für die SEA basierte Berechnung nach EN 12354

Andreas Rabold, Markus Schramm und Camille Châteauvieux-Hellwig
ift Rosenheim GmbH

Holzhäuser zeigen Pioniercharakter in Bezug auf Energieeinsparung und Nachhaltigkeit und bestechen durch ihre Kombination von nachhaltiger Bauweise mit anspruchsvoller Ästhetik und moderner Architektur. Auf Grund dieser Vorteile nimmt die Anzahl der Holzbauten auch in der Geschoßbauweise des urbanen Bereichs kontinuierlich zu. Verglichen mit Gebäuden in Mauerwerks- und Betonbauweise ist die Planung eines Bauobjektes in Holzbauweise eine deutlich größere Herausforderung. Die Gründe hierfür liegen unter anderem im Mangel von bewährten Konstruktionen und Planungswerkzeugen für den Schallschutz. Geeignete computergestützte Planungshilfen, die eine Simulation bereits im frühen Planungsentwurf für das gesamte Bauwerk ermöglichen, könnten den Planungsaufwand drastisch reduzieren. Eine Möglichkeit der Simulation stellt die Verwendung eines SEA- und FEM-basierten Berechnungsmodells für die Luft- und Trittschalldämmung in der Bausituation dar, das sowohl die direkte Übertragung der Trennbauteile als auch die Übertragung der Flankenbauteile berücksichtigt. Für die SEA basierte Berechnung nach EN 12354 werden als Eingangsdaten die Stoßstellendämm-Maße der Bauteilstöße benötigt. Der Beitrag zeigt aktuelle Ergebnisse für Stoßstellendämm-Maße von Massivholzelementen. Die Messergebnisse der Stoßstellendämm-Maße werden durch

den Vergleich der hieraus berechneten Flankendämm-Maße mit direkt ermittelten Flankendämm-Maßen durch Luftschallanregung und Separierung der Übertragungswege validiert. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf Zwischenergebnissen eines aktuellen Gemeinschafts-Forschungsvorhabens zwischen der TU München, der Hochschule Rosenheim und dem ift Rosenheim.

Mi. 17:20 Seoul

Bauakustik I

Ein hybrider FEM/SEA Ansatz zur Prognose der Schallübertragung an Bauteilstößen

Christoph Winter, Martin Buchschmid und Gerhard Müller

TU München

Für den Einsatz leichter Massivholzkonstruktionen im Geschosswohnungsbau sind die methodischen Grundlagen für die Planung des erforderlichen Luft- und Trittschallschutzes weiterzuentwickeln. Hierfür ist insbesondere die Vorhersage der Schallübertragung an Bauteilstößen notwendig. Im tiefen Frequenzbereich ist die Finite Elemente Methode (FEM) für Prognosen geeignet. Mit zunehmender Frequenz nimmt die modale Dichte zu, wodurch die klassische FEM aufgrund des Diskretisierungsaufwandes und der Sensitivität der Ergebnisse an Grenzen stößt und die Anwendung statistischer Methoden möglich wird. Die Statistische Energie Analyse (SEA) liefert bspw. robuste Ergebnisse, erlaubt aber nur eine eingeschränkte örtliche Auflösung (Subsystemdefinition). Bei der Prognose für die o.g. Strukturen werden im "mid-frequency gap" zwischen FEM und SEA die Mittelungsmethoden der SEA in der Auswertung der FEM eingesetzt. Dadurch können einerseits robuste Ergebnisse erzielt werden und andererseits bauteilspezifische Subsystemdefinition gewählt werden. Mit dieser Hybridmethode können die Energieflüsse zwischen den einzelnen Bauteilen, auch für den mittleren Frequenzbereich, in Form von Energieeinflusskoeffizienten bestimmt werden. Sofern die Voraussetzungen der SEA gegeben sind, können daraus die Dämpfungs- und Kopplungsverlustfaktoren zwischen Bauteilen berechnet werden. Die Ergebnisse basieren auf dem aktuellen Stand des DFG-AIF Forschungsvorhabens "Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten", das gemeinsam von TU München, Hochschule Rosenheim und ift Rosenheim durchgeführt wird.

Mi. 17:40 Seoul

Bauakustik I

Coupling CFD, FEM and BEM to Predict Architectural and Marine HVAC Noise

Anton Golota und Denis Blanchet

ESI GmbH

The coupling between CFD (Computational Fluid Dynamic) and vibro-acoustic methods such as structural and acoustic FEM (Finite Element

Method) and BEM (Boundary Element Method) is nowadays quite common. It has been applied with success to wind noise and HVAC automotive applications for example. This paper discusses larger HVAC systems encountered in buildings and ships. A study of various components such as plenum and elbows are compared with HVAC standards such as VDI to assess the quality of the results. Also, the SPL (Sound Pressure Level), the flow rate and temperature of air at any point in a room is computed to assess the level of comfort of the occupants.

Sitzung „Raumakustik II“

Mi. 8:40 Neu-Delhi

Raumakustik II

Anforderungen, Vorhersagen und Nachweise zur Nachhall-Charakteristik kleiner Räume - Praktische Erfahrungen mit Breitband-Schallabsorbern

Helmut Fuchs und Xueqin Zha

Casa Acustica

Absorptionsspektren im Raum entscheiden über die Verständlichkeit von Sprache und Klarheit von Musik und damit auch über Schallbelastungen der Nutzer. Lehrbücher und DIN18041 empfehlen eine im raumakustisch relevanten Frequenzbereich (63 bis 8000 Hz) möglichst gleichmäßige Nachhallzeit. Konventionelle dünne Decken- und Wandabsorber erreichen dies aber regelmäßig nur bis etwa 250 Hz. Darunter fallen rechnerische Prognosen und messtechnische Nachweise schwer wegen fehlender Diffusität in den Modenfeldern. Eine genügend breitbandige Bedämpfung des Raumes offenbart aber, dass auch oberhalb der Schröder-Frequenz die Wirksamkeit quasi identischer Absorberelemente in verschiedenen gestalteten und eingerichteten Räumen stark variiert. Trotzdem ermöglichen geeignete Schallabsorber nur in den Raumkanten niedrige quasi frequenzunabhängige Nachhallzeiten. Die damit erzielte akustische Transparenz entkräftet den verhängnisvollen Lombard-Effekt und reduziert den bei Kommunikation und Unterricht sonst unvermeidlich eskalierenden Schallpegel, weit mehr als nach Sabine physikalisch zu erwarten. Sanierungsbeispiele von Unterrichts-, Spiel-, Musik-, Speise-, Konferenz- und Aufenthaltsräumen in diversen Bildungseinrichtungen, die Installationen an Decken und Möblierungen an Wänden unangetastet lassen, erfüllen höchste Anforderungen, auch hinsichtlich Inklusion behinderter Nutzer. Im unteren Frequenzbereich eingeschränkte Dämpfungsmaßnahmen verfehlen hingegen dieses Ziel. Zwar lässt sich kein etwa nach ISO 11654 bestimmter Absorptionsparameter auf verschiedene Raumsituationen einfach umrechnen. Empirische Ergebnisse geben aber konkrete quantitative Hinweise für raumakustische Planungen mit Breitband-Schallabsorbern in kleinen/mittelgroßen Räumen.

Mi. 9:00 Neu-Delhi

Raumakustik II

Raummodendämpfer in der PraxisIngolf Bork*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Über die Wirksamkeit abstimmbarer Raummodendämpfer zur Optimierung der akustischen Eigenschaften von kleinen Räumen wurde bereits auf der letzten DAGA berichtet. Hier sollen anhand weiterer Ergebnisse aus der Praxis die Optimierungsmöglichkeiten durch Feinabstimmung von Resonanzfrequenz und Dämpfung vorgestellt werden. Am Beispiel eines Tonregieraumes wird gezeigt, dass nicht nur der Übertragungsfrequenzgang der Lautsprecher im Raum ausgeglichen werden kann, sondern dass auch das Ein- und Ausschwingverhalten von Tonsignalen im Bereich der Raumresonanzfrequenz deutlich verkürzt werden kann. Zur Demonstration der Wirksamkeit wurden Auralisationen mit musikalischen Tonfolgen für eine Präsentation über Kopfhörer produziert.

Mi. 9:20 Neu-Delhi

Raumakustik II

The Equivalent Volume of a Reverberation Chamber Equipped With Suspended DiffusorsJamilla Balint^a, Gerhard Gruber^a und Herbert Hahn^b^a *Technische Universität Graz; b Technisch wissenschaftliches Büro DI N. Buch GmbH, Wien*

It is well known, that with increasing number of suspended diffusors in a reverberation chamber the reverberation time decreases. The interpretation of this fact according to ISO 354 states that the diffusity of the sound field improves with increasing number of diffusors and therefore the equivalent absorption area of a sample rises in the frequency range between 500 Hz and 5000 Hz. This leads to absorption coefficients much larger than 1, which are not plausible from a physical point of view. Detailed investigations of the sound field in a reverberation chamber and a closer look at the derivation of Sabines formula led to a new hypothesis which proposes to define an equivalent volume for the reverberation chamber. Measurements of the sound field with and without diffusors are presented. Further consequences of this hypothesis are discussed which seem to be able to solve a few well known conflicts in room acoustics.

Mi. 9:40 Neu-Delhi

Raumakustik II

Finite surface method to measure the sound absorption coefficient at oblique incidence

Marco Ottink^a, Jonas Brunskog^b, Cheol-Ho Jeong^b, Efren Fernandez Grande^b, Elisabet Tiana Roig^b und Per Trojgaard^c

^a Müller-BBM GmbH; ^b Technical University of Denmark; ^c Lloyds Register ODS (DK)

Most in-situ methods to measure the absorption coefficient are based on infinite sample assumptions. Due to the edge diffraction effect, the measured absorption coefficient of finite samples differs from the theoretical absorption coefficient at high incidence. The aim of this paper is to develop an alternative method to measure the absorption coefficient at oblique incidence. A sound field model considering scattering from the finite absorber is derived. The simulated pressure distribution over the absorber sample on a rigid backing shows the effect of the finite absorber edges graphically. It is found that the finiteness has a significant influence on the radiation impedance and the corresponding absorption coefficient. Therefore an alternative finite surface method, which combines the derived sound field model with microphone array measurements, is proposed. A temporal subtraction method, an impedance tube, and an equivalent fluid model are used for validation of the proposed method. It is found that especially near grazing incidence the finite surface method gives promising agreement with theory. This shows that the finite surface method can be used to measure the absorption coefficient for finite absorbers.

Mi. 10:00 Neu-Delhi

Raumakustik II

Statistische Energie Analyse: Ein Verfahren zur schnellen Prognose der Nachhallzeit in Räumen mit nicht-diffusem Schallfeld

Felix Pfreundtner^a, Eckard Mommertz^b und Bernhard Seeber^c

^a TU München, AIP; ^b Müller-BBM GmbH; ^c Audio-Signalverarbeitung, TU München

In der raumakustischen Planungspraxis ist es hilfreich, bereits zu einem frühen Planungszeitpunkt und ohne aufwendige Computersimulation Aussagen über den zeitlichen Abfall des Nachhalls im nicht-diffusen Schallfeld zu treffen. In Räumen mit rechteckförmiger Grundstruktur kann hierfür auf das Prinzip der Statistischen Energie Analyse (SEA) zurückgegriffen werden. Entsprechende Vorgehensweisen zur Bestimmung des Abfalls der Schallenergiendichte im Raum wurden von Nilsson und Wilmshurst & Thompson vorgeschlagen. Obwohl ersteres Verfahren zwischenzeitlich in der europäisch harmonisierten Norm EN 12354-6 aufgegriffen wurde, hat es sich in der Anwendung noch nicht bewährt.

Der vorliegende Beitrag untersucht, inwiefern in der raumakustischen Planungspraxis SEA zur schnellen Prognose der Nachhallzeit eingesetzt werden kann. Ein neues SEA Prognoseverfahren wird vorgestellt, welches ausgehend vom Ansatz von Wilmhurst & Thompson eine Aufteilung des Schallfeldes in sieben Modengruppen vornimmt. Die Dämpfungs- und Koppelfaktoren zwischen den Moden wurden alternativ bestimmt. Die Nachhallzeitprognosen des neuen Prognoseverfahrens wurden mit den Prognosen bestehender SEA Verfahren und mit hybriden Spiegelquellen-Algorithmen für verschiedene Unterrichtsräume und Turnhallen verglichen. Der neue SEA Ansatz ermöglicht bei gleichem Konfigurationsaufwand eine präzisere Prognose der Nachhallzeit als die beiden bestehenden SEA Prognoseverfahren und bietet sich für einen Einsatz in der raumakustischen Planungspraxis an.

Mi. 10:20 Neu-Delhi

Raumakustik II

Bestimmung des Einflusses der Parameter-Unsicherheiten innerhalb des Schallteilchen-Beugungs-Verfahrens

Stefan Weigand, Alexander Pohl und Uwe Stephenson

HafenCity Universität Hamburg

Insbesondere im städtischen Umfeld oder in großen Hallen ist Beugung ein wichtiger Bestandteil der Schallausbreitung, da Immissionsorte oftmals nur über diesen Effekt erreicht werden können. Beugungseffekte können numerisch mit wellentheoretischen Verfahren oder analytisch berechnet werden. Die erste Gruppe kommt bei großen Abmessungen, die zweite bei Mehrfachbeugung an ihre Grenzen. Seit einigen Jahren kommt auch das Schallteilchen-Beugungs-Verfahren auf Basis der Unschärferelation (UR) zum Einsatz, welches Stark von der Ermittlung des Vorbeiflugabstandes abhängt. Die Energieverteilung gebeugter sekundärer Schallteilchen richtet sich dabei nach einer Ablenkwinkel-Wahrscheinlichkeitsdichte-Funktion (DAPDF). Technisch werden polyedrische Räume durch polygonale "virtuelle Wände" (Aperturen) in konvexe Teilräume zerlegt. Bei deren Durchflug wird Beugung in zwei orthogonalen Ebenen betrachtet, in denen die Vorbeiflugabstände und Einfallswinkel unabhängig voneinander bestimmt werden.

Da die Berechnung der gebeugten Schallteilchenenergien mit sehr rechenaufwändigen numerischen Integrationen der DAPDF verbunden ist, werden diese Energien für diskretisierte Abstands- und Einfallswinkelkombinationen vorberechnet. Auch der Einfluss dieser Diskretisierung wird quantifiziert.

Der Einfluss der physikalisch willkürlichen Wahl der Ebenen auf die Beugungsergebnisse wird diskutiert. Dafür werden die unterschiedlichen Varianten an verschiedenen polygonalen Aperturen evaluiert. Der Vergleich mit einem wellentheoretischen Modell zeigt gute Übereinstimmungen, womit das Schallteilchen- Beugungs-Verfahren eine weitere Hürde zur vollständigen Modellierung der Schallausbreitung genommen hat.

Sitzung „Psychoakustik III“

Mi. 14:00 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Psychoakustische Geräuschbeurteilung von VentilatorenCarolin Feldmann^a, Marc Schneider^b und Thomas Carolus^a^a*Universität Siegen; b ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG*

Die Geräuschqualität nimmt bei der Entwicklung von Ventilatoren einen immer höheren Stellenwert ein. Eine Bewertung des abgestrahlten Schalls mit Hilfe von Schalldruckpegeln oder Spektraldarstellungen reicht jedoch nicht aus, um die menschliche Empfindung wiederzugeben. Das Ventilatorgeräusch ist von Drehtönen sowie modulierten Anteilen geprägt. Auch bei Verringerung der Lautstärke ist subjektiv weiterhin von einer Störung durch die Pegelanpassung des Gehörs auszugehen. Um einen spezifischen Klangcharakter von Strömungsmaschinen definieren zu können, wurden einerseits Hörversuche genutzt, die die Mehrdimensionalität der Geräuschempfindung erfassen sollen, andererseits wurden akustische und psychoakustische Eigenschaften verschiedenster Bauarten sowie -größen verglichen, um objektive Bewertungsmöglichkeiten zu entwickeln. Subjektive Bewertungen ausgewählter Stimuli ergaben, dass Drehtöne des Ventilators zu einer erhöhten Lästigkeit führen. Zusätzlich auftretende Modulationen verstärken die Störempfindung. Besonders durch den Einbau in einer Applikation zeigt sich eine Zunahme des Drehtonpegels, was zu einem deutlichen Anstieg der Lautheit im niedrigen Tonheitsbereich führt. Aufgetragen über der Umfangsmachzahl zeigen nahezu alle psychoakustischen Größen einen logarithmischen Zusammenhang. Lediglich die Lautheit nimmt mit einem linearen Verlauf eine Sonderstellung ein.

Insgesamt lässt sich eine Beziehung zwischen dem Störfaktor und der Lautheit herstellen. Eine Betrachtung des Klangcharakters von Ventilatoren zeigt jedoch deutlich, dass sowohl die Tonhaltigkeit als auch modulierende Spektralanteile einen starken Einfluss auf die empfundene Lästigkeit besitzen.

Mi. 14:20 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Psychoakustische Aspekte der Reparatur von Gongschalen einer TurmuhrHugo Fastl^a, Maximilian Schmidhuber^a und Florian Völk^b^a*TU München, AG Technische Akustik, MMK; b TU München, Bioanaloge Informationsverarbeitung*

Die Turmuhr der TU München verkündet wie üblich die Viertelstunden durch höhere sowie die ganzen Stunden durch tiefere "Glockenklang". Anstelle von glockenförmigen Klangkörpern kommen dabei jedoch Gongschalen zum Einsatz. Durch einen Defekt im Läutwerk erzeugte die Turmuhr "scheppernde" Klänge. Dieser Defekt wurde von der Fachfirma Perner aus Passau behoben. Vor und nach der Reparatur wurden

die Turmuhrklänge aufgezeichnet und in psychoakustischen Experimenten hinsichtlich der Klangqualität beurteilt. Wie zu erwarten wurden die Turmuhrklänge nach der Reparatur als wesentlich besser eingeschätzt. Darüber hinaus wurde mittels synthetisierter Turmuhrklänge der Einfluss von Spektralverteilung und Abklingzeit der Teiltöne auf das Qualitätsurteil systematisch studiert. Im Vortrag werden die Ergebnisse anhand von Klangbeispielen vorgestellt und Besonderheiten in den Urteilen musikalisch geschulter Versuchspersonen diskutiert.

Mi. 14:40 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Akustische Untersuchung von Elektrogeräten

Gerhard Krump

Technische Hochschule Deggendorf

Elektrogeräte werden in vielfachen Anwendungen in Haushalt und Garten eingesetzt. Während ihre Funktionalität, Handhabung und ihr optisches Design in vielen Fällen bereits optimiert ist, werden akustische Eigenschaften wie Lautheit und Klangeindruck, also Verbesserungsmöglichkeiten im Sounddesign der Geräte noch immer stark vernachlässigt. Es wurden daher zahlreiche Elektrogeräte unterschiedlicher Anwendungsbereiche wie z.B. Rasierapparate, Staubsauger, Föhne usw. akustisch vermessen und für verschiedene Abstände, insbesondere den Arbeitsabstand akustische Datenblätter mit Angaben über Gesamtpegel, Terzpegel, gemessene Lautheit, Rauigkeit, Schärfe sowie spektrale Zusammensetzung angefertigt. Zudem wurde in Hörversuchen mit semantischen Differentialen eine subjektive Beurteilung der Geräte hinsichtlich Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Lästigkeit, Qualität, Komforteindruck und Wertigkeit durchgeführt. Anhand der Ergebnisse wird dargestellt, ob Preis und Herstellungsdatum mit den akustischen Eigenschaften der Geräte korrelieren.

Mi. 15:00 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Psychoakustische Bewertung von Motorgeräuschen unter Nutzung auralisierter numerischer Simulationsergebnisse

Fabian Duvigneau^a, Steffen Liefold^a, Marius Höchstetter^b, Jesko Verhey^c und Ulrich Gabbert^a

^aOtto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik (IF-ME); ^bBMW AG; ^cOtto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie

Ziel dieses Beitrags ist die Entwicklung eines Vorhersagemodells der empfundenen Wertigkeit von Motorgeräuschen. Dieses Vorhersagmodell wird mittels Korrelationsanalysen von der in Hörversuchen ermittelten Wertigkeit der Geräusche und klassischen psychoakustischen Größen ermittelt. Die Besonderheit des hier verfolgten Ansatzes ist, dass für die Hörversuche und Signalanalyse keine experimentell ermittelten Geräusche bzw. Zeitsignale verwendet werden, sondern auralisierte Simulationsergebnisse zum Einsatz kommen. Diese Vorgehensweise ist

schon in einer sehr frühen Phase des Entwicklungsprozesses möglich. Sie hat den immensen Vorteil, dass keinerlei Hardware in Form von Prototypen vorhanden sein muss, um Modifikationen am Motor hinsichtlich akustischer Auswirkungen auf den Menschen bewerten zu können. Somit eignet sich das vorgestellte Konzept für eine rein virtuelle Optimierung. In diesem Beitrag wird diese Herangehensweise am Beispiel verschiedener Motorkapselungen demonstriert. Am Anfang der Simulationskette steht eine elastische Mehrkörpersimulation, welche die Anregung für die Schwingungsanalyse des Motors liefert. Im Anschluss wird die Schallabstrahlung in die Umgebungsluft berechnet. Die Schwingungsanalyse und Akustiksimulation werden mithilfe der Finiten Elemente Methode durchgeführt. Eine Signalverarbeitung bildet den Abschluss, um die numerisch generierten Zeitsignale zu gewinnen. Diese Zeitsignale werden für Probandenversuche hörbar gemacht und hinsichtlich ihrer auditiven Wertigkeit näher untersucht. Die davon abgeleiteten psychoakustischen Parameter definieren schlussendlich die gewünschte Zielfunktion.

Mi. 15:20 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Der Klang der Marken - Branchen- und ländertypische psychoakustische Eigenschaften von Audiologos

Christoph Anzenbacher^a, Isabella Czedik-Eysenberg^a, Christoph Reuter^a und Michael Oehler^b

^aUniversität Wien, Musikwissenschaftliches Institut; ^bFH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

Bisher wurden Audiologos hinsichtlich ihrer melodischen Eingängigkeit, ihres Aufmerksamkeitssteigernden Effekts sowie ihrer Wiedererkennbarkeit unter akustisch schwierigen Umweltbedingungen untersucht, doch es blieben Fragen nach (branchen- sowie länder)typischen akustischen Eigenschaften dieser auditiven Werbeträger bisher noch unbeantwortet. Aus diesem Grund wird folgender Fragestellung nachgegangen: Was sind die typischen akustischen Merkmale von Audiologos und lassen sich bestimmte akustische Eigenschaften ermitteln, die als besonders typisch für die Audiologos bestimmter Branchen/Nationen gelten?

294 Audiologos, klassifiziert auf Basis des internationalen Standards zur Brancheneinteilung ("ISIC") wurden mittels Matlab/MIRtoolbox (Lartillot/Tovivainen 2007) und weiterer musikanalytischer Parameter auf ihre Merkmale hin analysiert. Anschließend wurden mittels einer ANOVA und anschließendem Tukey post-hoc-Test die erfassten Merkmale untersucht.

In den Audiologos (74% aus Europa) aus der Dienstleistungsbranche lässt sich ein hoher Spectral Centroid (auch tonhöhenbezogen) erkennen sowie eine gesteigerte Rauhigkeit. Der Spectral Centroid bei den Audiologos aus dem Bereich der Finanzdienstleistungen und öffentlichen Institutionen ist eher gering, während bei den Audiologos im Transportwesen eine erhöhte Inharmonizität festgestellt werden kann sowie

eine auffallende Bevorzugung von aufsteigenden/wellenförmigen Melodistrukturen.

Insgesamt lassen sich die untersuchten Audiologos anhand ihrer klanglichen und musikalischen Eigenschaften verschiedenen Branchen zuordnen. Das hier angewendete Verfahren des semi content based music information retrieval bietet vielversprechende Möglichkeiten auch kurze akustische Sequenzen wie Audiologos zu klassifizieren.

Mi. 16:40 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Fast assessment of auditory spectral and temporal resolution

Arne Pelzer^a, Sébastien Santurette^b, Federica Bianchi^c, Torsten Dau^b

^a *Technical University of Denmark / Jade Hochschule Oldenburg;*

^b *Centre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark;*

^c *Technical University of Denmark*

Although measures of spectral and temporal resolution may be of great importance for characterizing individual hearing impairment, these are time consuming and therefore not currently used in clinical practice. Recent studies suggested correlations between outcomes of a fast test ("FT test") [Larsby & Arlinger, 1998] with traditional measures of frequency and temporal resolution. However, the clinical relevance of the test remains unclear. Here, the FT-Test procedure and stimuli were refined and this revised method was tested in normal-hearing and hearing-impaired listeners, with the aim to investigate whether it can provide a valid indicator of frequency selectivity and of the ability to take advantage of temporal masker fluctuations in a speech-in-noise task. Detection thresholds of a pulsed tone were compared for a stationary threshold-equalizing-noise masker vs noise containing a spectral notch, temporal modulation, or both. Masking release values were then compared with auditory filter bandwidths derived from a notched-noise experiment and speech reception thresholds in stationary vs modulated maskers. If the modified FT-Test is a valid assessor of spectral and temporal processing, masking release values should show good correlations with these measures. If so, the test may be a worthy addition to audiometric tools for clinically assessing individual hearing impairment.

Mi. 17:00 Neu-Delhi

Psychoakustik III

A maximum likelihood-method for estimating perceptual weights and internal noise: Evaluation using a "double pass" approach

Julia Salome Pfeiff und Daniel Oberfeld-Twistel

Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

Internal noise represents the inherent inaccuracy in the sensory processing of a stimulus. Since internal noise is not directly observable, several methods for the estimation of this parameter have been proposed. Recently, Oberfeld, Kuta, and Jesteadt [2013, *PLOS One*, 8(11), e79830] suggested a maximum-likelihood method for estimating internal noise and perceptual weights in multitone intensity discrimination tasks. Their

technique analyzes the trial-by-trial data using an observer model based on assumptions from signal detection theory. Here, we evaluated the empirical adequacy of this model in a multitone intensity discrimination task presented to seven participants. Each multitone stimulus was presented to the observer twice ("double passes"). We compared the proportion of consistent responses to the pairs of identical stimuli as predicted by the model of Oberfeld et al. to the empirical proportion of consistent responses. The predicted and observed agreement was highly correlated ($r = .734$, $p < .01$), although the degree of correlation differed between the three presented stimulus configurations. The estimates of internal noise were comparable to the literature. It can be concluded that the method by Oberfeld et al. provides valid estimates of internal noise and can be recommended for, e.g., studies investigating the temporal or spectral weighting of loudness.

Mi. 17:20 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Spektrale Gewichtung von interauralen Zeit- und Pegelunterschieden zur Lateralisation von Breitbandsignalen

Axel Ahrens, Suyash Narendra Joshi und Bastian Epp

Technical University of Denmark

Frühere Studien zeigen, dass für schmalbandige Signale die Sensitivität für interaurale Zeitunterschiede (ITD) von niedrigen zu hohen Frequenzen abnimmt, während die Sensitivität von interauralen Pegelunterschieden (ILD) zunimmt. Diese frequenzabhängige Sensitivität wurde als Maß der spektralen Gewichtung interpretiert. Es ist jedoch bekannt, dass die Verarbeitung von ITD und ILD durch frequenzübergreifende Prozesse beeinflusst wird, was die Anwendbarkeit der Ergebnisse auf Breitbandsignale in natürlichen akustischen Umgebungen erschwert.

In dieser Studie wurde die spektrale Gewichtung von ITD und ILD in Breitbandsignalen in einer Lateralisationsaufgabe (1-Intervall-2-AFC) gemessen. Der Stimulus bestand aus elf Rauschbändern mit Bandbreite 1-ERB und einem spektralen Abstand von 1-ERB. Die Rauschbänder enthielten interaurale Zeit- oder Pegelinformation, welche in jedem Intervall und jedem Rauschband unabhängig voneinander randomisiert wurden. In einem weiteren Versuch wurde die Bandbreite des Stimulus variiert durch a) unkorreliertem Rauschen in den Rauschbändern mit der höchsten und niedrigsten Mittenfrequenz und b) durch Entfernen dieser Rauschbänder.

Die Ergebnisse zeigen, dass für ITDs das Frequenzband mit der niedrigsten, und für ILDs das Frequenzband mit höchster Mittenfrequenz den größten Einfluss auf die Lateralisation hatten. In Kondition a) veränderte sich die Gewichtung nicht. In Kondition b) hatten die vorhandenen Rauschbänder mit niedrigster (ITD) bzw. höchster (ILD) Mittenfrequenz den größten Einfluss auf die Lateralisation.

Mi. 17:40 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Verdeckungsmuster mit kurzen SignalenBjörn Lübken^a, Ifat Yasin^b, G. Bruce Henning^c und Jesko Verhey^a^aOtto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie;^bUniversity College London, Ear Institute; ^cColour and Vision Group,
The Institute of Ophthalmology, London

Verdeckungsmusterexperimente werden zur Abschätzung der Erengungsmuster im Innenohr genutzt. Dabei wird üblicherweise die Schwelle eines tonalen Signals in Anwesenheit eines schmalbandigen Rauschverdeckers als Funktion der Signalfrequenz gemessen. Die vereinfachende klassische Interpretation ist, dass die Schwelle die Intensität der Erregung an der auf die Signalfrequenz abgestimmte Stelle im Innenohr angibt. Allerdings wurde in der Literatur auch argumentiert, dass bei spektraler Trennung von Signal und Verdecker zusätzlich zur Energie auch zeitliche Pegelschwankungen durch die Schwebung zwischen Verdeckter und Signal zur Signalerkennung genutzt werden. Wird dem Signal ein interauraler Unterschied aufgeprägt so führt das zu einem wesentlich breiteren Verdeckungsmuster. Dieses wird darauf zurückgeführt, dass die Pegelschwankungen bei der beidohrigen Verarbeitung kaum nutzbar sind. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden Verdeckungsmuster mit sehr kurzen Signalen (12 ms) gemessen, da für kurze Signale die Pegelschwankungen zur Detektion des Signals kaum nutzbar sein sollten. Die Ergebnisse zeigen im Vergleich zu längeren Signalen (600 ms) einerseits eine Verbreiterung der monauralen Verdeckungsmuster und andererseits einen kontinuierlichen Abfall der binauralen Schwellen. Ein binaurales Modell mit einer nur monauralen Modulationsanalyse kann die Verdeckungsmuster von kurzen und langen Signalen gut vorhersagen und darüber hinaus auch der kontinuierliche Abfall der binauralen Schwellen simulieren.

Mi. 18:00 Neu-Delhi

Psychoakustik III

Adaptions for the Multi Stimulus test with Hidden Reference and Anchor (MUSHRA) for elder and technical unexperienced participantsChristoph Völker^a, Thomas Bisitz^b, Rainer Huber^b und Stephan M.A. Ernst^a^aCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all';^bKompetenzzentrum HörTech, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

A well-established method to evaluate the subjective quality of any type of signal processing algorithms is the Multi Stimulus test with Hidden Reference and Anchor (MUSHRA). However, especially older, technical unexperienced participants are often challenged by the complexity of this method. The presented study introduces and evaluates two adaptations of the original MUSHRA to make the handling more intuitive and therefore maximize the accessibility.

The first adaptation uses discrete buttons instead of sliders and restricts the total amount of stimuli per test-screen. The second adaption uses a drag & drop interface and lets the user sort the stimuli from left to right. The original method and the two adaptations were evaluated by five different subject-groups, including elder and technical unexperienced participants with normal and impaired hearing.

Test stimuli were conversation scenarios in three different noise settings at a signal to noise ratio of 5 dB processed by seven different noise reduction schemes. The new adaptations are assessed in comparison to the original based on objective measures e.g. the test-retest reliability as well as subjectively by a questionnaire.

First results with normal hearing subjects show that both adaptations lead to a better acceptance compared to the original test method.

Sitzung „Numerische Akustik II“

Mi. 8:40 Singapur

Numerische Akustik II

Modellierung von Anti-Dröhn-Belägen in der FEM

Michael Herzog und Marinus Luegmair

P+Z Engineering GmbH

Anti-Dröhn (AD) Beläge - teils auch als Bitumenschwermatten oder Dämpfungsbeläge bekannt - werden in der Fahrzeugkarosserie, aber auch in anderen Produkten, seit Langem als effizientes Mittel zur Reduktion der Schwingungen an großen Blechfeldern eingesetzt. Mit dieser Reduktion ergibt sich eine entsprechende Verringerung der abgestrahlten Schallenergie und somit eine Verbesserung des akustischen Verhaltens der Struktur. Trotz der weit verbreiteten Anwendung gibt es mehrere Arten der Abbildung für diese Beläge die in der FEM-Simulation verwendet werden. Da die AD-Beläge aber mit drei physikalischen Effekten wirken - Masse, Steifigkeit und Dämpfung - ist es wichtig alle Effekte entsprechend gut im Simulationsmodell abzubilden. Nur so können genaue Vorhersagen der akustischen Eigenschaften in der virtuellen Produktentwicklung getätigt werden. Ein Vergleich von verschiedenen Modellierungsvarianten zeigt ihre Eignung zur exakten Abbildung der physikalischen Eigenschaften. Zusätzlich müssen im Rahmen des Entwicklungsprozesses aber auch der Modellierungsaufwand sowie die Rechenzeit berücksichtigt werden. Nur so können Berechnungsergebnisse schnell und effizient erzielt werden.

Mi. 9:00 Singapur

Numerische Akustik II

Numerische Berechnung des akustischen Verhaltens elektrischer Maschinen**Peter Huck und Daniel Jung***P+Z Engineering GmbH*

Elektrische Maschinen werden immer häufiger in Produkten für unterschiedlichste Funktionen eingesetzt. Entsprechend sind sie immer öfter die Ursache für bisher nicht vorhandene akustische Phänomene. Um die akustischen Eigenschaften einer elektrischen Maschine bereits in der Planungsphase berücksichtigen zu können, sind ausgereifte Simulationsmethoden, welche die Wirkkette von der magnetischen Flussdichte bis hin zur Schallabstrahlung nachempfinden, unerlässlich. In der Untersuchung werden zunächst die auf den Stator einer E-Maschine wirkenden magnetischen Kräfte anhand einer numerisch berechneten elektromagnetischen Feldverteilung ermittelt. Durch Übertragen der magnetischen Anregung auf eine strukturmechanische FE-Berechnung kann die Oberflächenverschiebung des Stators ermittelt werden, anhand derer Aussagen über das akustische Verhalten der Maschine getroffen werden können. Ein besonderes Augenmerk der Untersuchung liegt auf den Auswirkungen lokaler Kräfte auf die akustische Abstrahlung, bzw. ihrer Vernachlässigung auf die Ergebnisse der Simulation.

Mi. 9:20 Singapur

Numerische Akustik II

Numerische Analyse des Körperschallverhaltens bei inhomogenen Randbedingungen**Björn Fath und Tarik Akyol***Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft*

Im Rahmen einer Masterthesis wurde eine numerische Analysemethode mittels der Finite-Elemente-Methode ausgearbeitet, mit der das Schwingverhalten von Strukturen beurteilt werden kann. Aufgrund der Erregerart (Fußpunktterregung) bestand das Hauptproblem darin stationäre Frequenzganganalysen bei inhomogenen Randbedingungen durchzuführen. Die Berechnungen erfolgten mittels dem Open Source Solver CalculiX.

Da ebenfalls eine experimentelle Validierung der Methode erfolgte, wurde bei der numerischen Analyse besonders Wert auf Modelladäquatheit sowie die Ausarbeitung geeigneter Vergleichskriterien gelegt. Das einfache Modell eines Biegebalkens diente dazu, Vergleichsmöglichkeiten zwischen Simulation und Experiment zu erörtern. Anschließend wurde eine komplexere Struktur (Motorhaube eines E-Motors) mittels Fußpunktanregung bezüglich ihrem Körperschallverhalten analysiert. Aufgrund der inhomogenen Randbedingungen wurde bei der Simulation das Prinzip der seismischen Masse angewendet. Eine abschließende experimentelle Untersuchung der Motorhaube diente zur Validierung der numerischen Methode.

Mittels der Methode ist es möglich anhand von einfachen Kriterien (z. B. mittlere quadratische Übertragungssadmittanz oder dimensionslose Übertragungsfunktion) Strukturen großflächig bezüglich ihrem Körperschallverhalten zu untersuchen und zu beurteilen.

Mi. 9:40 Singapur

Numerische Akustik II

Klassifikation von Schnellefeldern flächiger Strukturen zur Erhöhung der ERP-Prognosequalität

Johannes Tschesche, Joachim Bös und Tobias Melz

TU Darmstadt - SzM

In der industriellen Praxis erfolgt die akustische Bewertung technischer Strukturen häufig mit Hilfe der sogenannten equivalent radiated power (ERP). Dabei handelt es sich um die abgestrahlte Schallleistung, die ohne Berücksichtigung des Abstrahlgrades (wird konstant zu 1 gesetzt) im Sinne der maschinenakustischen Grundgleichung ausschließlich aus der Körperschallleistung berechnet wird. Die tatsächlich abgestrahlte Schallleistung im Frequenzbereich unterhalb der Koinzidenzfrequenz hängt jedoch maßgeblich vom Abstrahlgrad ab. Der Abstrahlgrad ist wiederum von der Geometrie, den Randbedingungen sowie der Frequenz und dem Anregungsort abhängig. Alle diese Einflussfaktoren resultieren in unterschiedlich ausgeprägten Oberflächenschnellefeldern. Mit Hilfe von Klassifikationsverfahren lassen sich diese Schnellefelder in Klassen starker und schwacher Strahler sowie in hinsichtlich des Abstrahlgrades nicht näher spezifizierbare Klassen einteilen. Anschließend können die ERP-Werte zusätzlich hinsichtlich ihres eigentlich zugehörigen Abstrahlgrades bewertet werden. Dafür ist zunächst eine Bildung von Abstrahlgrad-Klassen nötig. Diese Klassenbildung wird anhand der Anwendung einer selbstorganisierenden Karte, einer bestimmten Form eines künstlichen neuronalen Netzes, erläutert. Als zugrundegelegte Datenbasis dienen numerische Simulationsergebnisse (FEM-BEM-Kopplung) einer modifizierten Rechteckplatte. Die Anwendung der Bewertungsmethode wird am Beispiel einer Rechteckplatte mit einer applizierten Punktmasse dargelegt. Im gleichen Zuge wird die Problematik der Anwendung der ERP-Bewertung veranschaulicht und ein Ausblick hinsichtlich einer möglichen Generalisierung gegeben.

Mi. 10:00 Singapur

Numerische Akustik II

Vergleich frequenzabhängiger und -unabhängiger Moden der Schallabstrahlung akustischer Außenraumprobleme

Lennart Moheit und Steffen Marburg

Universität der Bundeswehr München

Der akustische Abstrahlgrad und die Schallleistung sind geeignete Größen zur Beschreibung der gesamten Schallabstrahlung schwingender Strukturen. Beide lassen sich durch modale Superposition jener Eigenvektoren der Systemmatrizen berechnen, die mit der Oberfläche der Schallquelle assoziiert sind.

Die jeweiligen Matrizen werden mittels numerischer Methoden bestimmt. Die Oberflächenschnellen der Quelle liefern die Randbedingung für das umliegende Fluid, welches mit der Finite-Element-Methode (FEM) berechnet wird. Infinite Elemente oder Perfectly Matched Layer (PML) liefern das nötige reflexionsfreie Abstrahlverhalten für die behandelten Außenraumprobleme.

In dieser Arbeit werden zwei Typen von Außenraummoden beispielhaft für zweidimensionale Strukturen berechnet und einander gegenübergestellt. Die Eigenvektoren der reellen und symmetrischen Kopplungsmatrix bilden eine orthogonale Basis der frequenzabhängigen Moden der Schallabstrahlung. Dagegen sind die Eigenvektoren des quadratischen Eigenwertproblems der Systemmatrizen im Zustandsraum von der Frequenz unabhängig.

Es wird untersucht, welchen Anteil einzelne Moden an der gesamten, superponierten Schallleistung haben, um die Möglichkeiten modaler Reduktion zu diskutieren. Abschließend wird die Erweiterung der Betrachtungen auf dreidimensionale Probleme in Aussicht gestellt.

Mi. 10:20 Singapur

Numerische Akustik II

Predicting Pass-by Underwater Noise Radiation

Arthur Henry^a und Denis Blanchet^b

^aESI Group; ^bESI GmbH

This paper introduces the use of HPC BEM (High Performance Computing Boundary Element Method) to predict underwater sound radiation from a ship pass-by test in shallow water. The main source of underwater noise generated is from the vibration of the hull due to the excitation from the main engines, the gearboxes and the like. The objective of this study is to assess the feasibility of creating a predictive numerical model to predict the underwater noise at 20m depth (at the sea floor) when a ship is passing by at the surface. Several simulation methods are used to predict the sea floor noise levels for the full frequency range. At low frequencies, FEM (Finite Element Method) and BEM is used and as the frequency increases more parts of the ship are then modeled in SEA (Statistical Energy Analysis) until the full ship and the body of water is modeled in SEA. Simulation results are compared with measurements for static conditions; where the ship is not moving and the structure is excited with a shaker. It is also compared with pass-by dynamic condition.

Sitzung „Numerische Akustik III“

Mi. 14:00 Singapur

Numerische Akustik III

Dämpfungsgrade aus Modalanalyse und Halbwertsbreite sowie Frequenzverhalten offener HohlräumeStefanie Retka*TU Clausthal, Inst. f. Mechanik*

In einem mit Luft gefüllten geschlossenen Hohlkörper entspricht der erste Mode der Starrkörperbewegung. Eine kleine Öffnung im Körper führt zu einem sprunghaften Anstieg dieses Null-Modes. Der Anstieg hängt sowohl von der Größe der Öffnung als auch von der Wanddicke des Hohlkörpers ab. Der Einfluss dieser beiden veränderlichen Parameter auf die Eigenfrequenzen und das Dämpfungsverhalten wird präsentiert. Es werden je drei verschiedene Öffnungsradien und Wanddicken mit einander kombiniert, woraus sich neun verschiedene Modelle ergeben. Die jeweils erste Eigenfrequenz wird mit der analytischen Lösung des Helmholtzresonators verglichen. Anschließend wird der Dämpfungsgrad der jeweils ersten drei Moden auf zwei verschiedene Varianten ermittelt, über die Modalanalyse und über die Halbwertsbreite. Dabei wird gezeigt, dass die Dämpfungsgrade für den selben Mode deutlich voneinander abweichen. Ursächlich hierfür scheint, dass der Dämpfungsgrad eines Modes bei einem gekoppelten System durch die anderen Moden beeinflusst wird. Im Gegensatz zur Berechnung über die Halbwertsbreite wird dieser Effekt bei der Berechnung des Dämpfungsgrads über die Modalanalyse berücksichtigt. Es wird versucht, mit Hilfe der modalen Superposition diesen Einfluss herauszurechnen, um die neu gewonnenen Dämpfungsgrade für den Vergleich zu nutzen.

Mi. 14:20 Singapur

Numerische Akustik III

Multimodale Optimierung von DämpfungsbelägenGesche Fender^a, Steffen Marburg^b und Fabian Duddeck^a^a*TU München; b Universität der Bundeswehr München*

Form und Position von Dämpfungsbelägen auf den einen Innenraum umschließenden Wänden sollen optimiert werden, so dass der von der Struktur in den Innenraum abgestrahlte Lärm vermindert wird. Da die Simulation des gekoppelten Gesamtsystems aus Struktur und Luft aufwendig ist, wird zunächst nur die Struktur betrachtet und bezüglich der äquivalenten abgestrahlten Schallleistung (ERP) optimiert. Dabei sollen verschiedene lokale Optima gefunden werden, die dann in einem weiteren Schritt in einzelnen gekoppelten Simulationen des Gesamtsystems bezüglich ihres Verhaltens für akustische Gütfunktionale ausgewertet und verglichen werden. Für die multimodale Optimierung wird ein evolutionäres Verfahren genutzt. Damit dieses eingesetzt werden kann, ist eine geschickte Parametrisierung nötig. Daher werden die Dämpfungsbeläge durch Flächen erhaltende Polygone beschrieben, so dass Größe, Position und Form unabhängig voneinander eingestellt werden können.

Mi. 14:40 Singapur

Numerische Akustik III

Computation of the diffracted field by an elliptic rigid or elastic scatterer

Didier Cassereau^a, Fabien Mézière^b, Marie Muller^b, Emmanuel Bossy^b
und Arnaud Derode^b

^a Laboratoire d'Imagerie Biomédicale, Paris; ^b Institut Langevin Ondes et Images (F)

In this paper we are interested in the computation of the ultrasound field scattered by a cylinder surrounded by a fluid, based on a modal decomposition of the incident and scattered fields. Semi-analytical solutions are available to calculate the modes for cylinders of circular cross sections, in the case of rigid and elastic scatterers. For this kind of computation, conventional numerical arithmetics is enough to reach the scattered field. In the more general case of an elastic cylinder of arbitrary cross section, semi-analytic approaches can be extended and the scattered field can be obtained numerically. When the cross section is close to the circular one, such as ellipses with an aspect ratio close to 1, this approach works well. Unfortunately, we show here that this solution suffers from strong numerical instabilities for high aspect ratios. However, we demonstrate that these instabilities can be handled with extended precision arithmetics like arbitrary precision calculation. However, this improvement comes with a huge requirement of computational resources that need to be tackled. For this purpose, conformal transformations are studied for rigid scatterers. It shows promising results to strongly decrease the computational time, that has to be confirmed for elastic scatterers.

Mi. 15:00 Singapur

Numerische Akustik III

Bestimmung von stationären Schallfeldern in Ultraschall-Durchflussreaktoren

Rafael Piscoya^a, Martin Ochmann^a, Jonas Möhrcke^b und Rainer Jung^b

^a Beuth Hochsch. f. Technik Berlin; ^b Bandelin electronic GmbH & Co. KG
Ultraschall-Durchflussreaktoren werden zur Unterstützung industrieller, biotechnologischer und chemischer Prozesse angewandt, z.B. beim Suspendieren, Emulgieren, Desagglomerieren, Entgasen usw. An den Reaktoren sind Ultraschallwandler außen montiert, damit die Wände zu Schwingungen angeregt werden. Durch die Bestückung mit mehreren Wandlern auf einer großen Fläche wird beabsichtigt, eine gleichförmige Schwingung zu erzeugen und eine Rundstrahlcharakteristik des Druckfeldes im Reaktorinneren zu erreichen. In der vorliegenden Arbeit wird das innere Druckfeld zweier unterschiedlicher Reaktoren simuliert. Als Medium wird Wasser betrachtet. Hier wird die Schwingung der Reaktorwände nicht berechnet sondern durch kreisförmige Flächen um den Mittelpunkt eines Wandlers mit einer konstanten Beschleunigung approximiert. Die unterschiedlichen Wandler können gleich- oder gegenphasig betrieben werden. Ein Vergleich zwischen beiden Konfigurationen

wird präsentiert. Die Simulationen berücksichtigen in einem ersten Versuch keine Strömung. Die Modelle der Reaktoren wurden von der Firma Bandelin electronic GmbH & Co. KG bereitgestellt.

Mi. 15:20 Singapur

Numerische Akustik III

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 172)

Mi. 16:40 Singapur

Numerische Akustik III

Numerisches Schema zur Berechnung von Δp als akustische Quelle in hybriden CFD-CAA Simulationen

Matthias Tautz^a, Kerstin Altenhein^a, Stefan Becker^a, Andreas Hüppe^b und Manfred Kaltenbacher^b

^a Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.;

^b TU Wien

Die Analogie von Lighthill ist eine Methode zur Berechnung von akustischen Quellen und Schallausbreitung in der Aeroakustik. Sie beschreibt eine inhomogene Wellengleichung für den Schalldruck und enthält akustische Quellen berechnet mit der 2. Ableitung des Lighthill-Tensors. Die Berechnung dieses Tensors in vereinfachter Form benötigt zum einen die Dichte und die Strömungsgeschwindigkeiten aus der Strömungssimulation. Es wird von einer kompressiblen Lösung der Navier-Stokes Gleichungen ausgegangen. Im Gegensatz dazu werden Strömungssimulationen in der Klima- und Lüftungstechnik aufgrund der niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten meist inkompressibel durchgeführt. Für diese Fälle lässt sich die Berechnung der zweifachen Ableitung des Lighthill-Tensors in die zweifache Ableitung des Strömungsdruckes, also Δp , überführen. Ein Verfahren zur Berechnung dieser Quellen auf dem CFD-Netz unter Zuhilfenahme des dualen Netzes wurde entwickelt. Zunächst wird dazu die erste Ableitung des Drucks auf dem dualen Netz berechnet und im Anschluss Δp auf dem CFD-Netz. Dabei werden jeweils Gauss-Verfahren angewandt. Besondere Beachtung wird der Randbehandlung gewidmet, da an den Wänden die Wandnormalenableitung des Drucks gleich Null sein soll. Die somit berechneten akustischen Quellen werden konservativ auf ein gröberes FE-Gitter interpoliert und auf diesem die Schallausbreitung zum Fernfeld simuliert. Getestet wurde dieses Verfahren am Beispiel eines vereinfachten Ausströmers und die Ergebnisse wurden mit experimentellen Daten verglichen.

Mi. 17:00 Singapur

Numerische Akustik III

Investigation of Interpolation Strategies for Hybrid Schemes in Computational Aeroacoustics

Andreas Hüppe und Manfred Kaltenbacher

TU Wien

One key challenge in the numerical simulation of aeroacoustic fields is the huge disparity of scales between flow structures and audible acoustic wavelengths. A volume discretization, resolving both scales from the generating vortex to the desired microphone position, not only leads to a very high number of cells but also to a very small time step size in order to minimize dissipation of the acoustic waves. Hybrid schemes in computational aeroacoustics (CAA) separate the flow from the acoustic computation by using aeroacoustic analogies. It seems adequate to use different computational grids for computing each field in an optimal manner. As a result, a factor of 100 between the cell edge lengths of flow and acoustic grids is not uncommon in low Mach number flows. The fundamental requirement is an accurate data transfer from one grid to the other with minimal interpolation errors. To cope with this task, different strategies can be applied, starting from low complexity nearest neighbour interpolation to complex volume intersections between flow and acoustic grid. Within our contribution we will investigate different approaches and compare their applicability with respect to their computational requirements and their accuracy in terms of the generated acoustic fields.

Mi. 17:20 Singapur

Numerische Akustik III

Isolierung von akustischen Wellen in isentropen Strömungen

Christian Henke

Atlas Elektronik GmbH

Seit den fünfziger Jahren wird versucht die Quell- und Transportmechanismen des akustischen Schalldrucks innerhalb von turbulenten Strömungen zu isolieren. Jedoch konnte sich keine der dazugehörigen Gleichungen als Grundgleichung der Strömungsakustik durchsetzen. Dieser Beitrag basiert auf einer Linearisierung der isentropen Navier-Stokes Gleichung um eine neue pfadlinien-gemittelte Basisströmung. Es zeigt sich, dass die damit verbundenen Störungsgleichungen ein Erhaltungsgesetz erfüllen. Diese Erhaltungsstruktur erlaubt eine Zerlegung in akustische und wirbelbehaftete Moden derart, dass die akustischen Moden eine konvektive Wellengleichung erfüllen und damit unabhängig von den wirbelbehafteten Moden sind. Ferner zeigt sich, dass der derart definierte akustische Schalldruck Lighthill's Wellengleichung erfüllt und somit den akustischen Charakter der Lighthillschen Analogie untermauert. Im

Gegensatz zu anderen Autoren werden keine der üblichen Voraussetzungen an die Strömung, wie z.B. rotationsfrei oder moderat instationär, benötigt. Somit können die Unterschiede zwischen der betrachteten konvektiven Wellengleichung und der Navier-Stokes Gleichung als Terme der "wahren" Schallquelle definiert werden.

Mi. 17:40 Singapur

Numerische Akustik III

Einseitige Fluid-Struktur-Akustik Kopplung bei der Überströmung einer flexiblen Struktur

Matthias Springer, Christoph Scheit und Stefan Becker

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.

Die Schallabstrahlung umströmter Körper in realen technischen Anwendungen setzt sich häufig aus Strömungsschall und Strukturschall zusammen. Strömungsschall wird durch turbulente Strömungsfelder erzeugt. Strukturschall entsteht durch die Schallabstrahlung schwingender Strukturen, welche durch instationäre Strömungskräfte ange regt werden. Die Arbeit beschäftigt sich mit der Schallabstrahlung einer überströmten vorwärts-rückwärts springenden Stufe. Das turbulente Strömungsfeld wird mittels einer Large-Eddy-Simulation berechnet. Die Wand, welche sich stromab der Stufe im Bereich des Ablösegebietes befindet, ist als flexible Platte ausgeführt. Turbulente Fluktuationen verursachen instationäre Kräfte auf die flexible Struktur. Diese setzen sich aus Druckkräften und Wandschubspannungen zusammen. Auf grund dieser instationären Anregungen beginnt die Platte zu schwingen. Die Plattenschwingungen werden basierend auf den in der LES ermittelten instationären Wandkräften berechnet. Dies erfolgt in einer nach geschalteten Struktursimulation. Unter der Annahme kleiner Auslenkungen der Plattenoberfläche werden die Rückwirkungen der Vibrationen auf das Strömungsfeld vernachlässigt. Mittels der zeitabhängigen Auslenkung der Plattenoberfläche kann nun der vibrationsinduzierte Schall berechnet werden. Die Oberflächenschnelle an der Platte wird dabei als Quellterm für die lineare Wellengleichung verwendet. Der strömungs induzierte breitbandige wird mittels Lighthill's akustischer Analogie berechnet. Das Ergebnis ist das durch Strömungs- und Strukturschall erzeugte Schallfeld. Abschließend werden die Simulationsergebnisse mit Mikrofonmessungen verglichen und diskutiert.

Sitzung „Numerische Akustik (Poster)“

Kurvvorträge: Mi. 15:20 / Singapur, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Numerische Akustik (Poster)

Berechnung von niederfrequenten Ultraschallfeldern mit Fluidströmung in Rohrreaktoren

Christian Steuck^a, Rafael Piscoya^a, Martin Ochmann^a, Jonas Möhricke^b und Rainer Jung^b

^aBeuth Hochsch. f. Technik Berlin; ^bBandelin electronic GmbH & Co. KG
Es werden Schallfelder in Ultraschall-Rohrreaktoren bei vorhandener Flüssigkeitsströmung betrachtet. Der wechselseitige Einfluss von niederfrequenten Ultraschallfeldern und einer Fluidströmung in typischen Ultraschall-Rohrreaktoren in Abhängigkeit von den Kenngrößen wie Schallintensität, Frequenz, Fluiddruck, Viskosität und Temperatur wird numerisch mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) untersucht. Abhängig von der Position der Schallwandler an der Reaktorwand und ihrer Ansteuerung (Polung, Frequenz) können Ausdehnung und Lage intensiver Kavitationszonen (Ultraschall-Intensitätsmaxima) beeinflusst und damit das Design der Reaktoren optimiert werden. Weiterhin wird untersucht, wie sich Geschwindigkeit und Profil der Strömung auf das Schallfeld bei verschiedenen Frequenzen auswirken. In der Praxis sollen in wässrigen Fluiden gelöste Stoffe wie z.B. Schlamm beschallt werden. In einer Parameterstudie über die Viskosität wird die optimale Feststoffkonzentration bestimmt. Die Modelle der Reaktoren wurden von der Firma Bandelin electronic GmbH & Co. KG bereitgestellt.

Mittwoch

Numerische Akustik (Poster)

Wavefront Tracing: Alternative Verfahren der numerischen Berechnung in der hochfrequenten AkustikJan Ehrlich*Wehrtechnische Dienststelle 71*

Bei der numerischen Berechnung der hochfrequenten Akustik ist die Schallstrahlennäherung, bekannt als Raytracing Verfahren der übliche Standard. Dabei werden die akustischen Wellenfronten durch Schallstrahlen beschrieben, die jeweils senkrecht zu den Wellenfronten stehen. Mathematisch ergibt sich als Näherung die Eikonalgleichung. In Medien, in denen die Schallgeschwindigkeit räumlich stark schwankt, müssen die Schallstrahlen sehr fein aufgelöst berechnet werden, um die Wellenfronten korrekt aufzulösen. Es ist bekannt, dass die Schallstrahlen gegenüber Schwankungen der Medienparameter anfälliger sind als die Wellenfronten. Mit der Level-Set Methode und dem Huygens'schen Wavetracing werden zwei alternative Verfahren vorgestellt, die direkt die Wellenfronten berechnen und für Zeitbereichsrechnungen eine Alternative zum Raytracing darstellen. Die Level Set Methode berechnet die Wellenfronten auf einem festen Gitter in einem Phasenraum als Lösung einer Schnittmenge höherdimensionaler Funktionen und transferiert die

Ergebnisse in den physikalischen Raum. Dazu wird eine Hamilton-Jakobi Differentialgleichung gelöst. Das Huygens'sche Wavefront Tracing basiert auf einer Umformung der Eikonalgleichung in eine partielle Differentialgleichung in Strahl-zentrierten Koordinaten, die in einfacher Weise das Huygens'sche Prinzip der Wellenausbreitung widerspiegelt. Beiden Verfahren gemeinsam ist, dass statt der gewöhnlichen Differentialgleichung Eikonalgleichung eine partielle Differentialgleichung gelöst wird, die mit Finite-Differenzen Verfahren gelöst werden kann. Für die beiden Methoden werden die mathematischen Grundlagen vorgestellt und Anwendungen aus der Hydroakustik präsentiert.

Mittwoch

Numerische Akustik (Poster)

Untersuchungen an hochfrequenten akustischen Resonatoren und Vergleich mit numerischer Simulation

Tobias Merkel

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Für tieftönige Helmholtz-Resonatoren sind Näherungsformeln bekannt, die den Zusammenhang zwischen Geometrie und Resonanzfrequenz beschreiben. Unsere Untersuchungen konzentrieren sich auf luftgebundene Resonatoren mit kleiner Geometrie und hohen Resonanzfrequenzen zwischen 5 kHz und 10 kHz. Dabei interessieren uns vor allem Aussagen über den Gütefaktor Q der Schwinger.

Die numerische Simulation mit dem Acoustic Modul von Comsol Multiphysics bewertet nur isentropische bzw. verlustlose Vorgänge. Bei den von uns verwendeten geometrischen Abmessungen entstehen dabei merkliche Abweichungen zu den gemessenen Eigenschaften. Insbesondere die verlustbedingte Güteeigenschaft der Resonatoren kann nicht abgebildet werden. Daher verwenden wir das thermoakustische Interface, welches zusätzlich die verlustbehaftete viskose Reibung an den Oberflächen der durchströmten Volumina betrachtet.

Wir haben Helmholtz-Resonatoren mit verschiedenen Geometrien in einem Impedanzmessrohr für hohe Frequenzen untersucht und verglichen die Ergebnisse mit denen der numerischen Simulation.

Mittwoch

Numerische Akustik (Poster)

Wellenausbreitung im anisotropen Festkörper

Oskar Bschorr

Aeroakustik, Stuttgart

Es wird ein Elastizitätstensor für den anisotropen Festkörpers aufgestellt und die symmetrische Komponente der Longitudinal- und die antisymmetrische der Transversalwelle zugeordnet. Im Weiteren wird die konventionelle Cauchy-Kräftebilanz durch eine Impulsbilanz ersetzt. Damit liegen für beide Wellenarten deren Geschwindigkeitsvektoren auf den von den Hauptachsen und -werten aufgespannten Ellipsoiden. Der Strahlengang jedoch ist nicht geradlinig, sondern zeigt eine Snellius-Brechung hin zur Achse mit der kleinsten Wellengeschwindigkeit.

Sitzung „Lärmschutzpolitik - quo vadis? II“

Mi. 8:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik II

Bekämpfung des Schienenverkehrslärms aus der Sicht der Bundesregierung - Stand, Perspektiven, Probleme und Lösungen; UmrüstungsstrategieJens Klocksin*BMVI, Referat LA 18*

Mi. 9:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik II

Minderung des Schienenverkehrslärms in DeutschlandRené Weinandy und Thomas Myck*Umweltbundesamt*

Viele Menschen sind hohen Lärmbelastungen ausgesetzt, die ihre Gesundheit beeinträchtigen und ihre Lebensqualität mindern. Im Gegensatz zum Straßenverkehrslärm ist der Schienenverkehrslärm stärker auf einzelne Korridore konzentriert. Dort können aber je nach Zugart und -dichte sehr hohe Lärmpegel vorkommen, insbesondere entlang der Güterverkehrskorridore, auf denen nachts ein Großteil des Verkehrs stattfindet. Als Beispiel ist das Mittelrheintal zu nennen, das Teil des europäischen Güterverkehrskorridors Rotterdam- Genua ist. Die durch den Schienenverkehr verursachte Lärmbelastung ist die ökologische "Achillesferse" der Bahn. Es gibt jedoch im Schienenverkehr noch deutliche Minderungspotenziale. Die größte Bedeutung für die Lärmbelastung der Bevölkerung hat das Rollgeräusch. Die wichtigste - und auch kosteneffizienteste - Maßnahme ist daher die Umrüstung von lauten Güterwagen. Hierbei werden die bislang verwendeten Grauguss-Bremsklötze gegen Kunststoff-Klötze ausgetauscht, die die Räder nicht so stark aufrauen und dadurch ein leiseres Abrollen bewirken. Darüber hinaus ist die Festlegung ambitionierter Geräuschgrenzwerte erforderlich, erfasst aber nicht die Bestandsfahrzeuge, die typischerweise 30 bis 40 Jahre lang betrieben werden. Diese sind aber aus Sicht des Lärmschutzes das zentrale Problem. Sie müssen dringend auf leisere Bremssysteme umgerüstet werden. Einen wesentlichen Beitrag hierfür liefert das lärmabhängige Trassenpreissystem. Weitere rechtliche, betriebliche und technische Maßnahmen zur Minderung des Schienenverkehrslärms werden vorgestellt und hinsichtlich ihres Lärmminderungspotentials erörtert.

Mi. 9:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik II

Schienenverkehrslärm - Stand der Dinge, Defizite, Lösungsvorschläge aus Sicht der BürgerinitiativenGerd Kirchhoff*Bundesvereinigung gegen Schienenlärm*

Wir sind nicht gegen die Bahn! Aber die Bahn muss schneller leiser werden, insbesondere im Schienengüterverkehr. Nur eine leisere Bahn wird von den Menschen akzeptiert. Bahnlärm macht krank! Lärm, Erschütterungen und Feinstaub machen das Leben an den hochfrequentierten Bahnstrecken unerträglich, die Folgen für Gesundheit, Immobilienwerte, Tourismus und andere Wirtschaftszweige sind dramatisch. Der Vortrag wird die Hauptforderungen der Bürgerinitiativen ansprechen, Verantwortliche benennen und Lösungsvorschläge beschreiben.

Mi. 9:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik II

Monitoring von SchienenverkehrslärmSven-Oliver Wessolowski und Wolfgang Eberle*Minist. f. Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau u. Forsten Rheinland-Pfalz*

Forderungen nach einem Bahnlärmmonitoring waren in der Vergangenheit Gegenstand zahlreicher Initiativen auf politischer Ebene und werden zunehmend auch von betroffenen Bürgern erhoben. Auch der Bundesrat hat 2012 hierzu einen Gesetzesvorschlag verabschiedet, der von der Bundesregierung bisher nicht umgesetzt wurde. In der Schweiz wird seit 2003 ein gesetzlich normiertes Monitoring des Schienenverkehrslärms betrieben. Die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz betreiben seit 2010 im Mittelrheintal Messstationen, die DB Netz AG seit 2014. Andere Bundesländer planen die Errichtung von Stationen. Mit einem Monitoring können grundsätzlich zwei Ansätze verfolgt werden: Zum einen eine Erfassung und Dokumentation des Schienenverkehrslärms als Belastungsgröße in Analogie zur Schweiz und dem gesetzlich vorgeschriebenen Fluglärmmonitoring, mit dem Entwicklungen erfasst, Berechnungen ergänzt, sowie Prognosen und Lärminderungsziele überprüft werden können. Zum anderen eine Überwachung des akustischen Zustands des rollenden Materials, mit dem "laute" bzw. akustisch auffällige Güterwagen identifiziert werden können und die es unter Umständen ermöglicht, auf Basis der realen Emissionen Sanktionierungen vorzunehmen oder Trassenpreise zu bemessen. Je nach Zielrichtung unterscheiden sich die technischen und organisatorischen Anforderungen an die einzelnen Messstationen und Messungen wie auch an den Betrieb eines flächen-deckenden Messnetzes. Mit der rechtlichen Normierung des Bahnlärm-monitors sind die Zielrichtung und die Rechtsfolgen festzulegen, wie auch die technischen Anforderungen für ein einheitliches Messnetz.

Mi. 10:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik II**Differenzierung des lärmabhängigen Trassenpreissystems (laTP) nach Emissionen****Martin Fehndrich und Günter Köhler***Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH*

Seit Anfang 2013 gibt es bei der DB-Netz ein lärmabhängiges Trassenpreissystem. Für "lauter" Güterzüge fallen nun höhere Trassenpreise an (2% Zuschlag zum Trassenpreis in 2015). Mit den Mehreinnahmen wird im Gegenzug die Umrüstung der Fahrzeuge auf leisere Fahrtechnologie gefördert (Verbundstoffbremssohlen, d.h. K- oder LL-Sohlen). Mit dieser Maßnahme soll ein Marktmechanismus wirken, alle Güterwagen bis zum Jahr 2020 auf die leisere Technologie umzurüsten. Die Förderung ist dabei auf Umrüstung auf Verbundstoffbremssohlen begrenzt.

Die Stufe zur lärmabhängigen Preiskomponente definieren die Pegelwerte der TSI Lärm. Das sind für ein umgerüstetes Fahrzeug mit 0,25 Achsen pro Meter 85 dB(A). Das bedeutet für eine Ausrüstung der Güterwagenräder mit Absorbern, durch die der Pegel von 82 dB(A) auf 79 dB(A) oder weiter reduziert werden kann, gibt es weder eine zusätzliche Ersparnis beim Trassenpreis, noch Fördergelder aus dem laTP. Als Beispiel wird eine Entwicklung des Bochumer Vereins, ein Radkappenabsorber zur Dämpfung von Güterwagenräder, vorgestellt.

Dadurch, dass nur eine Maßnahme gefördert wird, werden andere Maßnahmen benachteiligt, denn so gibt es weder den Anreiz über die geforderte Schwelle hinaus Lärm zu reduzieren, noch zu alternativen Maßnahmen, durch die allein die geforderte Schwelle nicht erreicht wird. Ein stufenloses oder weniger grobes Trassenpreissystem könnte dagegen unterschiedlichste Innovationen ohne Ausschlüsse gerechter fördern.

Mi. 10:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik II**Perspektiven der Fluglärminderung in Deutschland - Lärmkontingentierung****Jörn Lindmaier, René Weinandy und Thomas Myck***Umweltbundesamt*

Bei Verhandlungen zu Flughafenerweiterungen wird oftmals die Forderung aufgestellt: "trotz Flugverkehrswachstum soll es insgesamt nicht lauter werden". Diese Bedingung lässt sich beispielsweise durch eine Fluglärmkontingentierung instrumentalisieren. Dieses Kontingent - die "Gesamtfluglärmmenge" an einem Flughafen - kann als ein Index aus dem Produkt der Anzahl der Betroffenen in einzelnen Pegelklassen mit einer Lärmbewertungszahl pro Pegelklasse ausgedrückt werden. Auch bei einem Bestandsflughafen kann ein derartigerer Fluglärmindex ermittelt werden. Wenn man die maximale lärmbelastungsbezogene Kapazität eines Flughafens anhand dieses Index feststellt, so kann dieser mit dem Bestandslärm-Index verglichen und daraus ein Lärminderungsbedarf abgeleitet werden. Diesbezügliche Fortschritte können beispielsweise jährlich überprüft und dem Flughafenbetreiber die Pflicht

auferlegt werden, diese Lärmkapazität nicht zu überschreiten bzw. einen zu hohen Bestandslärmindex schrittweise auf dieses Maß zu reduzieren. Die "Gesamtfluglärmme" kann dann auf die einzelnen An- und Abflüge aufgeteilt werden und so jedem Flug ein bestimmter Anteil an der Gesamtbelaustung an diesem Flughafen zugewiesen werden, für den dann ein "Lärmzertifikat" erworben werden muss. Angebot und Nachfrage bestimmen den Zertifikatspreis. Um mehr Flüge abzuwickeln, sind Minderungsmaßnahmen durchzuführen, die zumeist mit Kosten verbunden sind. Die Lärmverursacher sind in der Wahl der Maßnahmen frei und können die jeweils günstigste ergreifen. Gleichzeitig gewährleistet dieses Instrument eine sichere Lärmschutz-Zielerreichung.

Sitzung „Lärmschutzpolitik - quo vadis? III“

Mi. 14:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik III

Möglichkeiten und Konzepte zur Lärmminderung im Luftverkehr

Helmut Breidenbach

Bundesvereinigung gegen Fluglärm

Der Fluglärm in den Regionen rund um die Flughäfen ist weiterhin ein großes Umwelt- und Gesundheitsproblem. Etwa jeder vierte Bundesbürger fühlt sich durch Fluglärm belästigt. Der Einsatz immer größerer Flugzeugmuster, die Verdichtung des Luftverkehrs, wie auch der Ausbau der Flughäfen mindern die Resultate des technischen Fortschritts - besonders im Blickpunkt dabei der Nachtflug. Deutliche Mängel in der Gesetzgebung (wie LuftVG, Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm, SchallschutzVO oder bei der Standortbestimmung) verhindern ein erfolgreiches Gegensteuern. Es fehlen insbesondere ein Luftverkehrskonzept für die Bundesrepublik und Lärmminderungskonzepte für die einzelnen Flughäfen, die messbare Lärmminderungsziele auf einer Zeitachse ausweisen und Maßnahmen zum Erreichen dieser Ziele beinhalten. Der Vortag soll die heutigen Mängel beleuchten und Ansatzpunkte für eine systematische Verbesserung der Situation aufzeigen.

Mi. 14:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik III

Gesetzliche Regelungen zum aktiven Lärmschutz im Luftverkehrsrecht - von Exekutive und Judikative blockiert.

Wolf Carius

Bundesvereinigung gegen Fluglärm

Am 14. Jan. 1981 entschied das Bundesverfassungsgericht über eine Beschwerde, die dem Bundesgesetzgeber vorwarf, seinen Verpflichtungen zum Schutz gegen Fluglärm nicht nachzukommen. Das Gericht hat die Beschwerde verworfen, u.a. mit Hinweis auf die Ergänzungen des Luftverkehrsgesetzes im zweiten Abschnitt des Fluglärmgesetzes 1971: §29b, §32 Abs. 1 Nr. 15, letzterer eine Ermächtigung des Bundesverkehrsministers zum Erlass von Rechtsverordnungen. In den Parlamentsprotokollen der Bundestagsausschüsse im Erarbeitungsverfahren findet sich als Zielstellung dieser Regelungen, "daß beim Neubau

von Flughäfen die bisher eingetretenen Schwierigkeiten des Überfliegens von bebauten Gebieten nicht wieder entstehen". Mit der neuen Ermächtigung Nr. 15 wurde zugleich die alte unspezifische Ermächtigung zum Lärmschutz in Nr. 1 gestrichen. Damit ergab sich die Notwendigkeit, Verordnungen zum Lärmschutz aufgrund der alten Ermächtigung an die neue anzupassen. Dies ist bis heute nicht geschehen, die Kommentierung zum Luftrecht und Gerichtsurteile nehmen dies nicht zur Kenntnis. Die Forderung in §29b "auf die Nachtruhe der Bevölkerung ist in besonderem Maße Rücksicht zu nehmen" wurde vom 4. Senat des Bundesverwaltungsgerichtes geradezu ins Gegenteil verkehrt: Es stellt den Anspruch auf Nachtruhe unter den Vorbehalt, dass kein standortspezifischer Nachtflugbedarf vorliegt. Wie dies mit Art. 2 Abs. 1 GG vereinbar sein soll, konnte bisher nicht geklärt werden.

Mi. 14:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik III

TA Lärm - bewährtes Instrument?

Christian Beckert

Min. Landwirtschaft und Umwelt ST

Die TA Lärm regelt seit über 16 Jahren unverändert die Anforderungen an Geräusche bei einer Vielzahl genehmigungs- und nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen im Anwendungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Sie hat sich im Vollzug als ein flexibles Instrument zur Geräuschminderung bei ganz unterschiedlichen Fallkonstellationen bewährt. Nach so langer Zeit stellt sich dennoch die Frage nach der Aktualität dieser allgemeinen Verwaltungsvorschrift und der Notwendigkeit ihrer Fortschreibung.

Mi. 15:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik III

Sport- und Freizeitlärm in verdichteten Innenstädten - Entwicklungen und Trends

Regina Heinecke-Schmitt

SMUL Umweltministerium Sachsen

Im Jahr 2007 diskutierten die für Stadtentwicklung zuständigen Ministerinnen und Minister der EU über das Thema "Integrierte Stadtentwicklung" und unterzeichneten die "Leipzig-Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt". Im Gegensatz zur vormals angestrebten aufgelockerten, funktional gegliederten Stadt favorisiert das Leitbild nun eine funktionsgemischte und räumlich geschlossene Stadt, die sich überwiegend durch Innenstadtverdichtung fortentwickelt. Nachhaltige Stadtentwicklung geht von einer Stadt der kurzen Wege aus, in der Wohnen, Arbeiten, Gewerbe-, Sport- und Kultureinrichtungen in der Innenstadt in räumlicher Nähe liegen und schnell erreichbar sind. Das führt gerade bei Sport- und Freizeitanlagen nicht selten zu großen Herausforderungen für Städtebauer und Immissionsschützer, denn kürzere Distanzen erfordern durchdachte Lösungen, um dem unveränderten Ruhebedarf

der Anwohner dennoch zu entsprechen. Dabei ist sowohl der Vertreibung von Sport- und Freizeitanlagen als auch einem deutlichen Absinken des Lärmschutzniveaus entgegenzuwirken. Hier setzen die Länder durchaus unterschiedliche Schwerpunkte. Im Vortrag werden verschiedene Lösungswege vorgestellt, die zeigen, wie Städte mit starker Innenentwicklung und weniger verdichteten Kommunen sich mit dem Thema Lärmschutz bei Sport- und Freizeitanlagen sowie Veranstaltungen auseinandersetzen.

Mi. 15:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik III

Schallabstrahlung von Luftwärmepumpen

Sebastian Derr

Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart

In den letzten Jahren wurde die Energieerzeugung durch politischen Druck und durch die technischen Möglichkeiten hin zu regenerativen Energien verlagert. Dies hatte zur Folge, dass das Hauptaugenmerk auf der Optimierung der Stromerzeugung und Verbreitung der Anlagen lag, der Schallschutz wurde zunächst vernachlässigt. Die Aufstellung und Inbetriebnahme solcher Anlagen bedeutet jedoch einen baulichen und schalltechnischen Eingriff in die Umgebung. Gerade in ruhigen innerstädtischen Lagen und im dörflichen Bereich führt dies bei üblichen Außenlärmpegeln zwischen 20 bis 30 dB(A) zu Problemen. Die Hersteller und Betreiber der Anlagen berufen sich gerne auf die Orientierungs- und Richtwerte in Regelwerken wie beispielsweise der DIN 18005 oder der TA Lärm. Diese Regelwerke wurden jedoch vor vielen Jahrzehnten aus anderer Motivation und nicht für privat betriebene Anlagen im Wohnbereich geschaffen. Aufgrund der dezentralen Aufstellung von mehreren Anlagen in der Nachbarschaft kommt es häufig zu einer schalltechnischen Überlagerung. Das gewünschte Schutzziel muss demnach gemeinsam eingehalten werden, wodurch sich für die einzelne Anlage eine Reduzierung der Anforderung zwischen 6 bis 10 dB ergibt. Die am häufigsten vorkommenden Anlagen sind Luft/Wasser-Wärmepumpen. Hier ist besonders wichtig noch vor der Aufstellung geeignete schalltechnische Maßnahmen (Aufstellort, Kapselung, etc.) festzulegen.

Sitzung „Infraschall“

Mi. 16:20 Istanbul

Infraschall

Bemaßung und Bewertung 'nicht-hörbaren' Lärms

Christoph Kling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Im Rahmen des EARS-Projekts wird die menschliche Wahrnehmung nicht-hörbaren Schalls untersucht. Unter anderem wurden Hörschwellen bzw. Hirn-Aktivierungsschwellen für Schallfrequenzen außerhalb des klassischen menschlichen Hörbereichs von 20 Hz bis 16 kHz bestimmt.

Ein Ziel des Projektes ist es, diese Ergebnisse mit typischen im klassischen Sinne nicht-hörbaren Lärmereignissen im Infraschall- und Ultraschallbereich zu verbinden, und daraus praktikable Messgrößen und Grenzwerte abzuleiten. Der Vortrag wird die Endresultate des dreijährigen Projekts vorstellen und diskutieren.

Mi. 16:40 Istanbul

Infraschall

Kategoriale Lautheitsskalierung mit Reintonen im Infraschall- und tieffrequenten Hörbereich

Robert Kühler und Johannes Hensel

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Arbeitsgruppe 1.61 - Hörschall
Die kategoriale Lautheitsskalierung ist eine standardisierte Methode (ISO 16832:2006) für die einfache und schnelle Ermittlung der empfundenen Lautheit über den gesamten Dynamikbereich des Hörempfindens. Mittels dieser Methode wird die Lautheit mit Hilfe einer 11-stufigen Kategorienskala von "unhörbar" über "mittel" bis "extrem laut" beurteilt. In der klinischen Audiologie wird diese Methode häufig zur Feststellung des Recruitment-Phänomens verwendet. Zur Untersuchung der Lautheitsempfindung bei Infraschall und tieffrequenten Tönen und haben wir diese Methode angepasst. Mit 30 otologisch normalen Testpersonen wurde die modifizierte Skalierung mit Reintonen im Frequenzbereich von 8 bis 125 Hz durchgeführt. Die Stimuli wurden dabei mit einer neu entwickelten Infraschallquelle über Einstechhörer monaural präsentiert. Die ermittelten Lautheitsfunktionen zeigen eine deutliche Reduzierung des Dynamikbereiches zu tiefen Frequenzen. Ausgehend von der Kenntnis der Lautheitsfunktion für einen 1 kHz-Renton aus der Literatur konnte ein Zusammenhang zwischen der Lautheit in kategorialen Einheiten (CU) und der Lautheit in Phon hergestellt und Tieffrequenz-Isophonen für 20, 40, 60 und 80 Phon aus den Lautheitsfunktionen abgeleitet werden. Diese Isophonen werden mit standardisierten Werten (ISO 226:2003) sowie weiteren Literaturwerten verglichen.

Mi. 17:00 Istanbul

Infraschall

Messung und Darstellung von Infraschall - abweichend von der DIN45680

Frank Kameier

FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

Von Infraschall betroffene Anwohner wenden sich an Behörden, Umweltämter oder schalten Ingenieurbüros ein. Interpretationen zur Ursache oder zur Stärke der Belastung erfolgen dann gemäß TA Lärm und DIN45680. Hier wird nun eine Messdatenaufbereitung gezeigt, die es ermöglicht, den Verursacher von Infraschall zu finden. Das Verfahren ermöglicht eine Bewertung der in der Regel extrem niedrigen Amplituden. An Fallbeispielen wird gezeigt, dass es bereits mit einfachen Messungen

und auch einfachster Messtechnik (Smartphone) möglich ist, Infraschall-Komponenten festzustellen, die vermutlich ursächlich für das Unwohlsein von Betroffenen sind. Für einen exponierten Fall wurden die verursachenden Maschinen lokalisiert, obwohl die Vorschriften der TA-Lärm mit den Regelungen der DIN 45680 in alter und neuer Fassung eingehalten werden. Die Pegel der festgelegten "Wahrnehmungsschwellen" werden nicht überschritten, dennoch liegt ein Unwohlsein bei Betroffenen vor. Vermutlich sind tieffrequente Einzelfrequenzen mit sehr stabiler Frequenz ursächlich. Die Hypothese ist, dass eine derartige Anregung dafür verantwortlich ist, dass Körperteile in Vibration versetzt werden. Extremitäten können dabei "einschlafen". Grenz- und Schwellenwerte gesetzlicher Vorgaben könnten auch berücksichtigen, wie weit Töne aus dem Grundrauschen herausragen (prominent tone definition). Viele Lastenhefte in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie mit einem eineindeutigen Kunden-Lieferanten-Verhältnis bei hohen Komfortstandards zeigen gut geeignete Vorgaben, die auch im kommunalen Bereich bei Lärmschutzvorgaben nützlich wären.

Sitzung „Sprachverarbeitung I“

Mi. 8:40 Kiew

Sprachverarbeitung I

The Kiel Corpora of "Speech & Emotion" - A Summary

Oliver Niebuhr^a, Christian Kaernbach^b und Gerhard Schmidt^c

^aChristian-Albrechts-Universität zu Kiel, ISFAS; ^bChristian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Psychologie; ^cChristian-Albrechts-Universität zu Kiel

Until recently, research on speech communication was solely concerned with basic issues of sound-segment interaction and tune structure. Many issues are still far from being fully understood, even for Western European languages, but we have gained enough knowledge to start digging deeper into the social and interactional aspects of speech that actually drive communication and are coded in complex segmental and prosodic details. This shift in research focus is also reflected in speech corpora. Recordings of plain laboratory monologues are successively supplanted by more everyday scenarios, like dialogues and/or speech production under adverse conditions or in expressive situative frameworks.

Kiel has a long tradition of corpus-based speech research. The Kiel corpora of read and spontaneous speech had a major influence on our current models of German phonetics, phonology and digital speech processing. On this basis, our paper summarizes the next generation of speech corpora in Kiel, which are motivated by the outlined shift in research focus and organized under the umbrella of the Kiel Research Center "Speech & Emotion" (www.speechandemotion.de). The corpus summary is complemented by descriptions and discussions of new approaches and developments in speech recordings, particularly with respect to simulating adverse conditions and eliciting emotion and emphasis.

Mi. 9:00 Kiew

Sprachverarbeitung I

Sprachaktivitätserkennung mittels eines Mustererkenners für Atemschutzmasken

Michael Brodersen^a, Achim Volmer^a, Marcus Romba^a und Gerhard Schmidt^b

^aDräger Safety AG & Co. KGaA; ^bChristian-Albrechts-Universität zu Kiel

Im Atemschutzeinsatz ist die Kommunikation unter Feuerwehrleuten aufgrund der starken Dämpfung der Atemschutzmaske und der lauten Umgebungsgeräusche sehr erschwert. Um die Kommunikation zu verbessern, werden Kommunikationssysteme für Atemschutzmasken eingesetzt, die das Sprachsignal beispielsweise an ein taktisches Funkgerät weiterleiten. Entscheidend ist, dass die Sprache mit besonders wenig Anstrengung verstanden werden kann. Dies kann mit Hilfe einer Sprachaktivitätsdetektion erfolgen, die Störgeräusche wie beispielsweise Atemgeräusche aus dem Signal entfernt. In diesem Beitrag wird eine Sprachaktivitätsdetektion basierend auf einem Mustererkennner vorgestellt. Die Leistungsfähigkeit wird für unterschiedliche Ansätze wie Neuronale Netze und Codebücher evaluiert und die Eignung für eine Echtzeitimplementierung auf einem eingebetteten batteriebetriebenen System diskutiert.

Mi. 9:20 Kiew

Sprachverarbeitung I

The Influence of Word Phonetic Content on Blind Reverberation Time Estimate Accuracy

Andrea Andrijašević und Miroslav Vrankic

Faculty of Engineering, Rijeka

Reverberation is a well known phenomenon in acoustics describing the gradual sound energy decay in an enclosure after the sound source has been switched off due to partial sound wave absorption at room boundaries. In the past decade, a number of algorithms for blind reverberation time (RT) parameter value estimation from recorded speech signals have been developed. Although the speech signal resembles neither impulse excitation nor a stationary white noise signal, current state-of-the-art methods for RT estimation do rely on those assumptions. In this contribution we wish to assess the degree of influence that word phonetic content has on reverberation time estimates obtained. To this end, by using a state-of-the-art RT estimation algorithm on a large set of logatome recordings convolved with room impulse responses of various RT values, we obtain RT estimates which are analysed across different phoneme groups. We show that significant differences in estimation bias between different phoneme classes do exist and are dependent on room RT value.

Mi. 9:40 Kiew

Sprachverarbeitung I

Matrix Sentence Intelligibility Predictions in Noise using an Automatic Speech Recognizer

Marc René Schädler, Anna Warzybok, Sabine Hochmuth und Birger Kollmeier

CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Automatic speech recognition (ASR) systems can be used to predict the performance of human speech intelligibility as a function of the different noise conditions employed. The advantage is the direct modelling of the speech perception process without the need to make as many assumptions and simplification as, e.g., the speech intelligibility index. Here the feasibility of this approach is tested with the German Matrix Sentence Test whose simple syntax can be exactly modeled with the ASR system. Speech intelligibility was measured adaptively with normal-hearing listeners in seven stationary noise conditions to obtain the Speech Reception Threshold (SRT) corresponding to 50% intelligibility.

The SRT was also estimated from the recognition performance of an ASR system, which was trained and tested over a wide range of signal-to-noise ratios (SNRs) in the same acoustic conditions as measured with humans.

The ASR system used Mel-frequency cepstral coefficients as a front-end and employs whole-word Hidden Markov/Gaussian Mixture Models on the back-end side.

In most of the conditions, the SRT predictions of the ASR system were very close to the measured data and showed higher correlation than predictions obtained with the speech intelligibility index. The possible extensions and applications of the ASR will be discussed.

Mi. 10:00 Kiew

Sprachverarbeitung I

Evaluation of Commercial Text-To-Speech Systems for German Language

Franz Graf^a, Margarete Eichinger^b und Gerhard Gruber^b

^a Joanneum Research; ^b Technische Universität Graz

Nowadays text-to-speech has reached a new level of voice quality, which allows its use in many applications. The question arises as to which is the best currently available product. An overview of the best German text-to-speech systems will be given. Additionally, a listening test is presented, in which a few female and a few male voices from different producers were evaluated with regard to their quality. The criteria of speech intelligibility is a prerequisite for marketability in text-to-speech systems. Thus the criteria "naturalness" is used in this evaluation. The results of the listening test will be presented in detail.

Mi. 10:20 Kiew

Sprachverarbeitung I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Sprachverarbeitung (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 10:20 / Kiew, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Sprachverarbeitung (Poster)

On Joint Beamforming and Spectral Enhancement for Robust ASR in Reverberant Environments

Fanuel Melak Asmare^a, Feifei Xiong^a, Mathias Bode^b, Bernd T. Meyer^c und Stefan Goetze^a

^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bJacobs University Bremen; ^cCvO Universität Oldenburg*

This work evaluates multi-microphone beamforming techniques and single-microphone spectral enhancement strategies to alleviate the reverberation effect for robust automatic speech recognition (ASR) systems in different reverberant environments characterized by different reverberation times T_{60} and direct-to-reverberation ratios (DRRs). The systems under test consist of minimum variance distortionless response (MVDR) beamformers in combination with minimum mean square error (MMSE) estimators. For the latter, reliable late reverberation spectral variance (LRSV) estimation employing a generalized model of the room impulse response (RIR) is crucial. Based on the generalized RIR model, two different lengths of the analysis window with varying hop sizes for the short time Fourier transform (STFT) are evaluated, to analyze the separation of early reflection and late reverberation tail w.r.t. the performance of ASR systems. The LRSV estimator, necessary for the MMSE estimator, can operate either on the multi-channel input of the beamformer (microphone signals) or on its single-channel output. Based on this, four different system combinations are analyzed in this contribution with focus on optimal ASR performance w.r.t. word error rate (WER).

Mittwoch

Sprachverarbeitung (Poster)

Individualized and noise-adaptive enhancement of speech intelligibility

Aleksandra Kubiak^a, Jan Rennies^b, Andreas Volgenandt^a und Birger Kollmeier^c

^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bFraunhofer IDMT; ^cCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*

The intelligibility of speech played back via audio reproduction systems is often impaired in noisy backgrounds. Ideally, algorithms enhancing speech intelligibility should be adaptive to the type and temporal variations of the noise, and also account for differences in individual listening preferences. While noise-adaptive algorithms have been investigated in several studies, individual preferences have not yet been addressed in

this context. The current study investigated the inter-individual variability of normal-hearing subjects' preferences with respect to intelligibility enhancement in noise for communication applications using the Adapt-DRC algorithm [Schepker, Rennies & Doclo, Proc. of Interspeech, Lyon, France, Aug. 2013, pp. 3577-3581], which has been shown to be highly effective in various types of background noise. Originally, the algorithm uses estimations of the SII to control spectral shaping and compression characteristics of the speech signal. In this study subjects were asked to adjust the parameters themselves based on their personal preferences at different SNRs in three types of background noises. The data are discussed with respect to the relation between individual listening preferences, generic model- based parameters and the predictability of individually preferred parameter settings, which would allow a complete individualization of the algorithm.

Mittwoch

Sprachverarbeitung (Poster)

Implementation and Evaluation of an Experimental Hearing Aid Dynamic Range Compressor

Giso Grimm^a, Tobias Herzke^b, Stephan D. Ewert^a und Volker Hohmann^a

^aCvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all; ^bHörTech gGmbH, Oldenburg

Dynamic range compression is the most important signal processing strategy in hearing aids for compensation of the loss of dynamic range due to sensorineural hearing loss (recruitment effect). To facilitate the fast development of new hearing aid algorithms, software-based research hearing aid platforms are commonly used. It is often unclear however, how the compression algorithms and fitting methods used in these platforms compare to current commercial devices in terms of speech reception performance in hearing-impaired listeners. This study therefore specifies and evaluates a multiband dynamic range compressor for use in software hearing aids, which aims to represent a large class of commonly used hearing aid dynamic range compressors and is easily configurable to different numbers of frequency bands, time constants and sampling rates. The behavior of the compressor was technically assessed, and speech reception thresholds in stationary and fluctuating noise were measured in 22 hearing-impaired subjects for the proposed research algorithm and a commercial hearing aid. The vendor-specific fitting procedure was used for the commercial device, whereas the research algorithm was fitted with an experimental fitting rule. The results show that the proposed algorithm is comparable in performance to the commercial hearing aid. (Funded by BMBF 01EZ1127).

Sitzung „Fahrzeugakustik II“

Mi. 14:00 Kiew

Fahrzeugakustik II

Untersuchung der Einflussfaktoren des Fahrzeuginnenraums auf das abgestrahlte Schallfeld der KlimaanlageSilke Hohls^a, Thomas Biermeier^b, Ralf Blaschke^b und Stefan Becker^a^a Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentechn.;^b Audi AG

Das in der Fahrgastzelle wahrnehmbare Schallfeld wird aufgrund der akustischen Optimierung der Hauptgeräuschquellen (z.B. Motor, Umströmung des Fahrzeugs) und dem Einsatz neuer Technologien, wie Elektroantriebskonzepten, zunehmend leiser. Hierdurch tritt das Klimatisierungssystem als Lärmquelle weiter in den Vordergrund. Die akustische Bewertung des Klimatisierungssystems in der Entwicklungsphase erfolgt üblicherweise anhand des emittierten Gesamtschalldruckpegels der Komponente unter Freifeldbedingungen. Dies spiegelt jedoch nicht das in der Fahrgastzelle wahrnehmbare Schallfeld wider, da hier zum einen die Klimaanlage als System verbaut ist und zum anderen aufgrund des kleinen Raumes mit nicht zu vernachlässigendem Scheibenanteil keine Freifeldbedingungen vorliegen. Des Weiteren ist die Qualität des wahrgenommenen Schalls nur bedingt korreliert mit dem Gesamtschalldruckpegel, sondern ist darüber hinaus durch spektrale und zeitliche Eigenschaften charakterisiert. In der vorliegenden Untersuchung wurden Klimageräte in ein Fahrzeugmodell (SAE-Körper) verbaut und der Schalleintrag in die Fahrgastzelle unter verschiedenen Randbedingungen untersucht. Die Ergebnisse zeigen die Veränderlichkeit der akustischen und psychoakustischen Parameter durch verschiedene räumliche Einflussgrößen für eine unveränderte Schallquelle.

Mi. 14:20 Kiew

Fahrzeugakustik II

Entstehung und Weiterleitung von Regengeräuschen in einem PkwRamon Hebestreit^a, Matthias Riegel^a und Florian Köhnlein^b^a FKFS, Stuttgart; ^b Universität Stuttgart

Im Zuge der ständig abnehmenden Geräuschentwicklung im Fahrzeuginnenraum und dem Bestreben nach der Schaffung eines angenehmen akustischen Klimas treten immer mehr Störgeräusche in den Vordergrund, denen bisher nur wenig Beachtung geschenkt wurde. Eines dieser Geräusche wird besonders im Stillstand durch das Auftreffen von Regentropfen auf Karosserie und Verglasung verursacht. Zur Reduzierung der entstehenden Schalldruckpegel im Fahrzeuginneren ist unter anderem die Kenntnis über den jeweiligen Beitrag der verschiedenen Außenflächen notwendig. Der Beitrag berichtet über Untersuchungsansätze und -ergebnisse zu dieser Thematik.

Mi. 14:40 Kiew

Fahrzeugakustik II

Untersuchung der aeroakustischen Schallentstehung an einem generischen Heckklappenspaltmodell

Philipp Winter^a, Manuel Weiβ^a, Michael Wüst^a, Stefan Schimmelpfennig^b und Reinhard Lerch^a

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

Überströmte Funktionsspalte von PKW-Karosserien können als wichtige Ursache strömungsmechanisch induzierten Schalls einen großen Einfluss auf den Schalldruckpegel im Innenraum ausüben. Besonders bedeutend ist der Funktionsspalt zwischen Fahrzeugdach und Heckklappe, der mit dem darunterliegenden Hohlraumvolumen einen Helmholtz-Resonator bildet. Der Schalldruckpegel im Resonanzvolumen des Heckklappenresonators wird ab Windgeschwindigkeiten von 140 km/h maßgeblich von der Form der stromaufwärtsliegenden Spaltkante beeinflusst [Schimmelpfennig, AIA-DAGA 2013, Meran]. So verursacht der fertigungsbedingte Biegeradius dieser Spaltkante bei einer Windgeschwindigkeit von 180 km/h rund 5 dB höhere Schalldruckpegel im Resonanzvolumen als eine scharfe, aufmodellierte Kante. Im Rahmen dieser Arbeit werden die strömungsmechanischen Zusammenhänge mithilfe eines generischen Heckklappenresonatormodells untersucht. Hierfür wird die Strömung im Spaltöffnungsbereich des Modells mit einem Hitzdraht ortsaufgelöst abgetastet. Die Schaldruckschwankungen innerhalb des Resonanzvolumens werden zeitsynchron zum Hitzdrahtsignal mit einem Mikrofon erfasst. Im Gegensatz zu selbsterhaltenden Anregungszuständen mit aktivem Rückkoppelmechanismus (self-sustaining oscillations) werden Anregungszustände ohne aktiven Rückkoppelmechanismus betrachtet. Die Messergebnisse in den Spaltöffnungsbereichen bei einer scharfen und einer abgerundeten vorderen Spaltkante werden hinsichtlich ihrer statistischen und frequenzaufgelösten Schwankungsgrößen verglichen. Hierbei zeigt sich ein signifikanter Einfluss der Form der vorderen Spaltkante. Neben der Analyse der Hitzdrahtmessungen werden Kohärenzanalysen zwischen Mikrofon- und Hitzdrahtsignal vorgestellt, um das Zusammenwirken von Strömung in der Spaltöffnung und Schalldruck im Resonanzvolumen näher zu beleuchten.

Mi. 15:00 Kiew

Fahrzeugakustik II

Practical beamforming measurements on passenger cars in wind tunnels

Kevin Bernard Ginn und Jørgen Hald

Brüel & Kjær (DK)

Measurements in windtunnels have become indispensable for the design and development of the acoustic comfort in modern cars. A widely used tool in this context for noise source identification is beamforming based on microphone arrays. This paper describes some of the recent advances in beamforming which increase the efficiency of a wind tunnel measurement program. In particular, a refined beamforming technique

based on deconvolution is used to improve the spatial resolution of the sources on the vehicle. In order to study sources of a relatively low level, an exclusion of virtual references technique is employed to suppress unwanted noise from a pre-defined area. Wind tunnel measurements on vehicles are usually made at various yaw angles. By including an automatic compensation for the yaw angle in the beamforming calculation, the microphone array can be kept at the same position throughout the measurement sequence thus saving valuable windtunnel time. Examples of practical measurements on passenger cars using various beam-forming arrays, will be shown.

Mi. 16:20 Kiew

Fahrzeugakustik II

Korrelation turbulenter Anströmung zum Fahrzeugginneräusch im Straßenversuch

Jasmin Dörr^a, Jan Schulze^a und Jörn Sesterhenn^b

^aBMW AG; ^bTU Berlin, Inst. f. Strömungsmechanik u. Techn. Akustik

Die Fahrzeug-Aeroakustik bei einer Straßenfahrt unterscheidet sich stark von einer Messung im Akustik-Windkanal. Diese Differenz ist vor allem durch die unterschiedlichen turbulenten Anströmbedingungen und Längsskalen begründet. Daher werden Fahrzeuge sowohl im Windkanal als auch auf der Straße erprobt, um eine vollständige und realitätsnahe aeroakustische Bewertung zu ermöglichen. Allerdings sind die Strömungszustände auf der Straße aufgrund der variierenden Fahrzeugdichte schwer reproduzierbar. Ziel dieser Arbeit ist es, durch vordefinerte vorausfahrende Fahrzeuge auf der Messstrecke einen definierten, bewertbaren Zustand zu erzeugen. Dabei werden parallel Strömungsmessungen vor dem Fahrzeug und Fahrzeugginneräusch-Messungen durchgeführt. Anschließend werden auf Basis einer psychoakustischen Bewertung Störgeräusche im Fahrzeugginneren identifiziert und mit der Turbulenz in der Anströmung korreliert.

Mi. 16:40 Kiew

Fahrzeugakustik II

Aero-Vibro-Acoustics for Wind Noise Applications

Marco Oswald

ANSYS Germany GmbH

The investigation of acoustic behavior of flow field becomes more and more the center of attention in several industry sectors. Especially in the automotive sector, more stringent requirements for noise prevention demand for additional engineering knowledge, not least in the field of CAE. Simulation tools can help to increase driver's comfort. This field of investigation is often called Noise Vibration and Harshness. This presentation is concerned with the incorporation of a method to predict sound (sound pressure spectrum up to 5000Hz) at the ears of a driver inside a car for sound originating from turbulent flow fluctuations in the air flow around the car. This is a three part problem: Sound generation (due to external air turbulence), sound transmission (through car body structure) and

sound radiation (inside the car cabin from the car body to the ears of the driver). Besides introducing the methodology, an example of the generic car body (Hyundai Simplified Model, HSM) will be discussed and compared with experimental data. This is an example, which shows that in many cases, the measurements can't be separated into aero- and vibro-part. It is too expensive to stiffen geometry to prevent vibration. CAE can separate effects and their transfer paths.

Mi. 17:00 Kiew

Fahrzeugakustik II

Interior vehicle acoustics up to a high frequency range using a combination of advanced deterministic and statistical techniques

Koen de Langhe^a, Koen Vansant^a und Gerard Borello^b

^aSIEMENS PLM Software; ^b InterAC (F)

Statistical Energy Analysis (SEA) is and remains a major technology for sound package design at the vehicle level. In this paper a full vehicle example case is carried out in the context of air borne interior noise. The loads required for tackling such an interior acoustics with SEA, are the pressures seen by the body panels. It is clear that the quality of the SEA result is tied to the accuracy of such panel pressure loads. The panel loads are resulting from reflections and diffractions by the complex geometry of the engine bay and full car. Given the complex nature of this source, the Boundary Element Method (BEM) and Finite Element Method (FEM), are preferred for predicting these panel loads. The Fast Multipole BEM and H-matrix BEM methods will be illustrated on an example case. For FEM, the Automatically Matched Layer (AML) technology in combination with FEM Adaptive Order (FEM AO) is applied. As for the propagation of the pressure loads to the interior cabin, the Virtual SEA technique, is used. The total solution combines therefore deterministic approaches for the panel loads predictions and a statistical approach to predict the cabin acoustic response.

Mi. 17:20 Kiew

Fahrzeugakustik II

Synergy between multi-body dynamics and acoustic simulation - Application to low frequency noise of a car body

Xavier Robin

Free Field Technologies, Belgium

Acoustic simulation is often performed lately in Noise, Vibration and Harshness (NVH) process. On the other hand, the multi-body dynamics systems (MBS) and structure dynamics are widely integrated in the automotive product development. To help engineers in computing multi-physical simulations, an idea is to handle MBS, vibration and acoustics from a common interface. Adams MBS software can already include flexible bodies to take into account the dynamic behavior of any structure. Based on the vibration of the flexible body the acoustic radiation can

then be performed. In the current strategy the modal content of the flexible body is provided by Nastran solver and the acoustic simulation is performed by Actran solver. To reduce the engineering effort, a plugin is developed into the graphical interface of the MBS solver. This helps the engineer to launch the acoustic simulation directly from the MBS interface without opening the acoustic solver interface. Typical acoustic results are computed and output automatically, including sound pressure level at selected positions, audible wave files for listening to the sound and color maps to visualize the sound radiation. To illustrate the process, an application to the vibration of a realistic car body excited by a road profile is demonstrated.

Mi. 17:40 Kiew

Fahrzeugakustik II

Vergleich der Vorbeifahrgeräuschmessung zwischen der realen und simulierten Vorbeifahrt auf dem IBP Prüfstand nach ISO/CD 362-3, Validierungsmethode A

Michael Krämer^a, Alex Ickinger^b und Peter Brandstätt^c

^a *Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik;* ^b *Hochschule für Technik Stuttgart;* ^c *Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

Die Typprüfung von Kraftfahrzeugen nach ECE R51 wird auf genormten Straßenbelägen und unter definierten Bedingungen durchgeführt. Die Typprüfung findet im Freien statt und ist in hohem Maße von den örtlichen Wetterbedingungen abhängig. Das Fraunhofer-Institut für Bauophysik betreibt seit 2008 einen Allrad-Rollenprüfstand in dem eine simulierte Vorbeifahrt, wie bei einer realen Vorbeifahrt der Typprüfung, in einem akustischen Halbfreifeld durchgeführt werden kann. Die Vorteile des Messverfahrens sind die gleichbleibenden Messbedingungen und die Wetterunabhängigkeit. Durch die veränderte Reifenaufstandsflächen der Reifen, die Oberfläche des Rollenbelags und des Hallenbodens ergeben sich aber auch Unterschiede zu den realen Vorbeifahrten.

Derzeit wird an der Norm ISO/CD 362-3 zur Messung der Vorbeifahrtpegel in Prüfhallen gearbeitet. Die Methode A beschreibt ein Verfahren als Kombination aus simulierter Vorbeifahrt (Antriebsstrang) und realer Vorbeifahrt (Reifenrollgeräusch). Mit einer Validierung kann die Genauigkeit der simulierten Vorbeifahrt im Prüfstand mit der einer realen Vorbeifahrt auf einer Teststrecke überprüft werden. Eine solche Validierung wurde zwischen einer realen Teststrecke und dem Allrad-Rollenprüfstand am IBP durchgeführt. Die Vorgehensweise, die wesentliche Einflussfaktoren und die Ergebnisse der Messungen werden dargestellt und bewertet.

Sitzung „Akustik von Windturbinen I“

Mi. 8:40 Kopenhagen

Windturbinen I

Schallemissionsmessungen an Windenergieanlagen nach DIN EN 61400-11Michael Köhl*Müller-BBM GmbH*

Ein Vergleich zwischen Edition 2 und Edition 3.

Der immissionsrelevante Schallleistungspegel einer Windenergieanlage (WEA) hängt von einer Reihe von Betriebs- und Umgebungsparametern ab. Seine messtechnische Bestimmung ist mit einem gewissen Aufwand verbunden und erfordert angepasste Messgeräte und -methoden, mit denen die relevanten akustischen und nicht-akustischen Messgrößen zeitsynchron erfasst werden können. DIN EN 61400-11 in Verbindung mit der Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 (FGW-Richtlinie) stellt die entsprechenden Mess- und Auswerteverfahren zur Verfügung, mit deren Hilfe die von einer WEA ausgehende Schallemission bestimmt und beschrieben werden kann. Seit ihrer Einführung wurden Edition 2 der DIN und die FGW-Richtlinie von unterschiedlichen Messinstitutionen in einer Vielzahl von WEA Schallemissionsmessungen erfolgreich angewendet. Die darin gestellten Anforderungen haben sich in der Praxis bewährt, um die Schallemission einer WEA einerseits messtechnisch auf praktikable Weise zu erfassen und andererseits hinreichend genau zu beschreiben. Im September 2013 wurde die Edition 3 der DIN EN 61400-11 bekannt gegeben, mit der sich sowohl das Vorgehen bei der messtechnischen Erfassung als auch das Datenverarbeitungsverfahren zum Teil grundlegend geändert haben. Der vorliegende Beitrag fasst die wesentlichen Unterschiede der beiden Editionen kurz zusammen und zeigt anhand eines ausgewählten Beispiels, welche Ergebnisse sich bei Anwendung beider Editionen ergeben.

Mi. 9:00 Kopenhagen

Windturbinen I

Messung der Schallemission von Windenergieanlagen: Untersuchung der Vergleichbarkeit von Messergebnissen nach IEC 61400-11 Ed. 3 und IEC 61400-11 Ed. 2.1/FGW TR 1 Rev. 18Philip Schmiedel*DNV GL*

Die Vergleichbarkeit der Messergebnisse von Schallemissionsmessungen gemäß der IEC 61400-11 Edition 3 und Edition 2.1 / FGW TR 1 Rev. 18 wurde an Hand eines umfangreichen Messdatenbestandes unterschiedlicher WEA der 2 MW und 3 MW Klasse untersucht. Die Edition 3 fordert eine umfassendere und damit aufwändigere Analyse der Messdaten als der Vorgänger, die Ergebnisse fallen detaillierter aus. Auf Grund dieser weitreichenden Veränderung hat sich der FGW Arbeitskreis noch nicht auf eine Revision der Technischen Richtlinie 1 auf Basis der IEC 61400-11 Ed. 3 für Schallmessungen an Windenergieanlagen

einigen können. Da zum November 2014 die zwei Jahre dauernde Übergangszeitraum ausläuft stellt sich die Frage warum in Deutschland an der veralteten Edition 2.1 festgehalten wird, während im Ausland bereits die Edition 3 Anwendung findet? Die statistische Betrachtung einer großen Anzahl nach beider Normen ausgewerteter Messungen soll aufzeigen ob es bei der Anwendung der Edition 3 zu wesentlich unterschiedlichen Ergebnissen gegenüber der Edition 2.1 kommt: Werden nun alle WEA "lauter" oder "leiser" gemessen? Wie verhält es sich mit der Beurteilung der Tonhaltigkeit? Bringen die detaillierteren Ergebnisse einen Mehrwert zur Beurteilung der akustischen Parameter einer WEA durch Behörden und Betreiber oder sind diese Ergebnisse lediglich für die Hersteller zur internen Forschung interessant?

Mi. 9:20 Kopenhagen

Windturbinen I

Sind tonale Auffälligkeiten an Windenergieanlagen (WEA) im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BlmschG) "Stand der Technik"?

Ulf Kock

DNV GL

Seit mehreren Jahren werden Windenergieanlagen mit auftretenden immissionsrelevanten tonalen Eigenschaften im Sinne des BlmschG seitens der Genehmigungs- und Überwachungsbehörden nicht als "Stand der Technik" nach § 3 Abs. 6 BlmschG angesehen. Sie sind somit nicht genehmigungsfähig. Dieser Vortrag versucht zu ermitteln, inwieweit WEA jemals frei von immissionsrelevanten tonalen Anteilen waren, bzw. wie und aus welchen Gründen es zu der Einschätzung der Genehmigungsbehörden gekommen sein könnte, dass tonale Eigenschaften an WEA nicht als "Stand der Technik" angesehen werden. Weiterhin stellt sich die Frage, ob diese Einschätzung auch wirklich allgemein für Windenergieanlagen gilt oder inwieweit hier Unterschiede hinsichtlich der Größenklasse und/oder Betriebs- und Funktionsweise auftreten. Zur Findung von Antworten auf diese Fragen untersuchte der DNV GL WEA-Geräusche auf ihre tonalen Komponenten gemäß der IEC 61400-11 Ed.2.1 von verschiedenen WEA-Typen hinsichtlich der Größenklasse, Betriebsart und Installationsjahr. Der DNV GL mit seiner mehr als 20-jährigen Erfahrung im Bereich der Akustik von WEA ist im Besitz einer großen Datenmenge um eine verlässlich statistische Aussage zu treffen.

Mi. 9:40 Kopenhagen

Windturbinen I

Attribute zur Beschreibung akustischer Unterschiede von Fehlstellen an Rotorblättern von Windenergieanlagen.

Gaetano Andreisek^a, Christian U. Große^a und Bernhard Seeber^b

^a*TU München; b Audio-Signalverarbeitung, TU München*

Die zerstörungsfreie Prüfung von Rotorblättern von Windenergieanlagen in situ wird von erfahrenen Inspektoren durchgeführt, die sich im Wesentlichen zweier Methoden bedienen: zum einen einer Sichtprüfung

und zum anderen einer Klopftests. Letztere benötigt lediglich einen geeigneten Hammer, mit dem die Oberfläche abgeklopft wird. Das geschulte Ohr ist in der Lage, aufgrund lokaler Änderungen akustischer Merkmale von benachbarten Klopfpunkten Fehlstellen, wie oberflächennahe Delaminationen, Lufteinschlüsse oder Stegablösungen, gezielt zu lokalisieren. Es wurde eine Methode zur Bestimmung von Attributen entwickelt, die sich zur Beschreibung dieser Merkmalsänderungen eignen und in einem späteren Test auf Grundlage eines semantischen Differentials verwendet werden können. Nach einer ersten Auswahl von 80 materialspezifischen und akustischen Attributen wurde in einem A-B Vergleich der wahrgenommene akustische Unterschied einer intakten und einer Fehlstelle beschrieben und zusätzlich gewichtet. Ergebnisse auf Grundlage von 16 Klopfaufnahmen eines realen Rotorblattstückes an verschiedenen Stellen mit demselben Hammer zeigen, dass die Attributliste gezielt reduziert werden kann. Materialbeschreibende Attribute, wie dicht, kompakt, lokal, starr, als auch akustisch-spezifische Attribute, u.a. hell, scheppernd, fluktuierend oder klingend, sind bei der Merkmalsunterscheidung von Relevanz. Schließlich können auf Grundlage dieser Ergebnisse bipolare Attributpaare für ein semantisches Differential gebildet werden.

Mi. 10:00 Kopenhagen

Windturbinen I

Experimentelle Untersuchung des Vorder- und Hinterkantenlärms eines Profils in Turbulenter Strömung

Ingrid Neunaber^a, Manfred Schultz-von Glahn^b, Jonas Illg^c, Joachim Peinke^a und Michael Hölling^a

^aForWind, Universität Oldenburg; ^bitap GmbH; ^cUniversität Stuttgart, Inst. f. Aerodynamik u. Gasdynamik

Die Untersuchung der Ursachen von Vorder- und Hinterkantenlärm an Rotorblattprofilen von Windenergieanlagen in turbulenter Strömung ist aufgrund steigender Lärmschutzanforderungen bei immer knapper werdenden Standorten wichtig. Im hier vorgestellten Projekt werden Windkanalexperimente zur Erforschung des Vorder- und Hinterkantenlärms durchgeführt. Hierzu werden im Windkanal an einem Profil für verschiedene Anstellwinkel Messungen in turbulenter Strömung gemacht. Zur Erzeugung der Turbulenz wird ein fraktales Gitter verwendet, um der Strömung multiskalare Eigenschaften ähnlich denen der atmosphärischen Strömung aufzuprägen. Das Profil ist zur Messung der hochfrequenten Druckfluktuationen an der Profiloberfläche mit verschiedenen Sensoren bestückt. Zusätzlich wird die Strömung an der Vorder- und Hinterkante des Profils mit einem Hitzdraht gemessen. Die vom Profil verursachten Geräusche werden mit einem Richtmikrofonarray aufgenommen und frequenzabhängig lokalisiert. Ziel ist eine Untersuchung der Druckfluktuationen auf der Profiloberfläche unter Berücksichtigung der Strömung vor und hinter dem Profil und der durch das Mikrofonarray lokalisierten Schallquellen. Dies soll Rückschlüsse auf den Einfluss der Turbulenz auf die Schallerzeugung geben.

Mi. 10:20 Kopenhagen

Windturbinen I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Akustik von Windturbinen (Poster)“

Kurzvortrag: Mi. 10:20 / Kopenhagen, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Windturbinen (Poster)

Infraschall und tieffrequente Geräusche an Windenergieanlagen

Fabian Küke, Henning Busch, Bernd Dörries und Christian Haak

Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH

Bei der Planung von Windenergieanlagen (WEA) bzw. Windparks (WP) wird seitens der betroffenen Anwohner immer wieder die Befürchtung geäußert, dass die geplanten WEA unzumutbare oder sogar gesundheitsschädliche Belästigungen durch tieffrequente Geräusche verursachen können. In der TA Lärm bzw. der DIN 45680 werden tieffrequente Geräusche als solche mit relevanten Energieanteilen unter 90 Hz definiert. Seitens der Anwohner werden regelmäßig auch Belästigungen durch Infraschall befürchtet. Dabei handelt es sich um Geräusche mit Frequenzen unter 20 Hz. Kriterien für die Beurteilung tieffrequenter Geräusche liegen mit der DIN 45680 vor.

Im Rahmen einer BEng-Arbeit wurden Beschwerdefälle zu tieffrequenten Geräuschen von WEA bei Behörden, Messinstituten und Betroffenen recherchiert. Die überlassenen Daten und Erkenntnisse wurden ausgewertet. Soweit Zugriff auf Messdaten bestand, wurden diese mit in die Auswertung einbezogen. Anhand der überlassenen Daten wurde versucht zu beurteilen, ob die Kriterien der DIN 45680 bzw. der TA Lärm überschritten werden. Ferner wird diskutiert, unter welchen Bedingungen tieffrequente Belästigungen in Wohngebäuden verursacht werden können und welche Folgerungen aus den Ergebnissen der Recherche gezogen werden können.

Sitzung „Akustik von Windturbinen II“

Mi. 14:00 Kopenhagen

Windturbinen II

Hinterkantenausblasen zur Eigenschallreduktion von Tragflügelprofilen

Tom Gerhard^a, Thomas Carolus^a und Sascha Erbslöh^b

^aUniversität Siegen; ^bSenvion SE

Den dominierenden aerodynamischen Schallentstehungsmechanismus einer Windturbine stellt die Interaktion der turbulenten Grenzschicht mit der Tragflügelhinterkante dar. Der emittierte Schall hängt dabei direkt von der Turbulenz in der unmittelbaren Umgebung der Hinterkante, und damit von der Entwicklung der Grenzschicht stromaufwärts der Hinterkante ab. In dieser Studie wird die Möglichkeit der Beeinflussung der Grenzschicht eines stehenden, quasi-zweidimensionalen Tragflügelementes durch das Ausblasen von Luft aus einer saugseitig angeordneten Öffnung eines Tragflügelprofils untersucht. Ziel ist eine Reduktion der

Turbulenzintensität in Hinterkantennähe und damit verbundene reduzierte Hinterkantenschallemissionen. Basierend auf der Charakterisierung des Hinterkantenschalls an einem Referenzprofil, werden auf dem aeroakustischen Prüfstand der Universität verschiedene Ausführungsformen des Hinterkantenausblasens bei moderaten Reynolds-Zahlen untersucht. Zu den experimentellen Methoden gehören, neben der akustischen Charakterisierung der Profile mittels Standardmikrofonmessungen sowie Mikrofon-Array Messungen, auch die Ermittlung der dazugehörigen Grenzschichtparameter sowie der Oberflächendruckverteilung. Zusätzlich dienen instationäre Large Eddy-Simulationen der Vorhersage des Hinterkantenschalls unter der Zuhilfenahme akustischer Analogien. Die Ergebnisse zeigen, dass der Ausblasstrahl größere turbulente Strukturen stromabwärts der Ausblasöffnung zerstört und zeitgleich die mittlere Geschwindigkeit in direkter Wandnähe anhebt. Der Bereich welcher von diesem Effekt profitiert variiert mit der Ausblaskonfiguration. Die Reduktion der induzierten Druckfluktuationen führt schon bei verhältnismäßig geringen Ausblasmassenströmen und über einen breiten Anstellwinkelbereich zu einer Reduktion des emittierten Hinterkantenschalls.

Mi. 14:20 Kopenhagen

Windturbinen II

Surface pressure fluctuations on a DU96 profile with flow separation

Alexandre Suryadi und Michaela Herr

DLR AS-TEA

In an effort to understand noise induced by separated flow, surface pressure fluctuations on a DU96 airfoil were measured using piezo-resistive sensors from Kulite semiconductors. Due to the limited numbers of amplifier channels available and limited number of sensors, a novel idea of rearrangeable configurations of Kulite sensors was applied. Spanwise and streamwise distributions of surface pressure were obtained at aerodynamic angles of attack from -0.4° to 10.2° and at three different Reynolds numbers 0.8×10^6 , 1.0×10^6 , and 1.2×10^6 . The surface pressure fluctuations will be presented with different scaling techniques and the data will be compared against different available empirical models of Goody [1] and Rozenberg[2].

This project is sponsored by GE Wind Energy GmbH, Salzberg (D)

References:

- [1] Goody, M. (2004). Empirical spectral model of surface pressure fluctuations. AIAA journal, 42(9), 1788-1794.
- [2] Rozenberg, Y., Robert, G., & Moreau, S. (2012). Wall-pressure spectral model including the adverse pressure gradient effects. AIAA journal, 50(10), 2168-2179.

Mi. 14:40 Kopenhagen

Windturbinen II

Einfluss unterschiedlicher Datenverarbeitung bei der Schallquellenlokalisierung an Klappen für Windenergieanlagen

Carl Robert Brand und Jörg Seume

ForWind - Zentrum für Windenergieforschung

Konventionelle Rotoren von Windenergieanlagen sind starken Belastungsschwankungen ausgesetzt, welche beispielsweise durch Windböen, Turminteraktionen und die atmosphärische Grenzschicht verursacht werden. Herkömmliche Pitch-Regelmechanismen bieten begrenzte Möglichkeit der dynamischen Lastminderung der Rotoren. Ein vielversprechendes Konzept zur Lastregelung stellen Klappen an der Hinterkante der Rotoren dar, die vergleichbar mit Hochauftriebssystemen in der Luftfahrt sind. Die stückweise applizierten Klappen unterbrechen jedoch die Strömung über das Profil. An den Seitenkanten zwischen Klappe und starrem Profil kommt es zur Ausbildung von Wirbelstrukturen. Experimentelle Untersuchungen zeigen, dass die durch Wirbel verursachte Schallemission an den Seitenkanten einen großen, signifikanten Anteil an der gesamten Schallabstrahlung der Rotoren hat. In einem experimentellen Aufbau wird die Schallentstehung an einer Klappe für die Anwendung an Windenergieanlagen untersucht. Die Lokalisierung der Schallquellen im Klappenbereich erfolgt dabei mittels eines Mikrofonarrays und Beamforming Algorithmen. Es werden ausgewählte Ergebnisse der experimentellen Studie vorgestellt. Dabei wird insbesondere die Auswirkung von verschiedenen Einstellungen in der Datenverarbeitung auf die akustische Charakteristik der Klappe aufgezeigt. So erfolgt die Auswertung auf Basis verschiedener Steuerungsvektoren im Beamforming Algorithmus. Ebenfalls werden verschiedene Einstellung zur Fourier Transformation angewendet.

Mi. 15:00 Kopenhagen

Windturbinen II

Outline of a novel aeroacoustic design tool

Sören Wellenberg, Davis Kirkendall, Benedikt Roidl, Markus Marnett und Wolfgang Schröder

RWTH Aachen

Der aerodynamische Entwurf von Windenergieanlagen mit Hilfe der Blattelementmethode stößt im Bereich komplexer strömungsmechanischer Phänomene, wie beispielsweise der Strömungsablösung bei Schräganströmung, an Grenzen der Abbildungsgenauigkeit verwendeter halbempirischer Modelle. Folglich werden Entwurfslasten mit entsprechenden Sicherheiten erhöht, wodurch optimale Lösungen ausgeschlossen werden können. Auch im aeroakustischen Entwurf werden halbempirische Modelle für die Schallleistung eingesetzt. Neue Möglichkeiten für den aerodynamischen Entwurf gehen von Entwurfsverfahren mit höherer physikalischer Modelltiefe aus. Ein Modell auf Basis eines

Panelverfahrens mit einer double wake Formulierung gekoppelt mit einem integralen Grenzschichtverfahren soll vorgestellt werden. Dem etwa nur eine Größenordnung höheren Rechenzeitbedarf steht dabei gegenüber, dass das Verfahren von (halb)-empirischen Modellen und damit auch von meist arbeitspunktabhängigen modellexogenen Parametern unabhängig ist, wodurch eine weitreichende Anwendbarkeit sowie eine bessere Genauigkeit erreicht werden können. Weiterhin bedeutet dies mit Blick auf die akustischen Phänomene, dass fast alle relevanten Lärmquellen nicht modelliert werden müssen, sondern explizit in einem breiten Frequenzspektrum simuliert werden können, wodurch die Anwendung verschiedener Akustiklöser bereits im Entwurfsstadium von Windenergieanlagen ermöglicht werden soll. Der Artikel beschreibt das Konzept des neuen aeroakustischen Entwurfswerkzeuges und zeigt Ergebnisse hinsichtlich der zweidimensionalen Verifizierung und Validierung.

Mi. 16:20 Kopenhagen

Windturbinen II

Simulation der Strömungsakustik einer vertikalen Kleinwindturbine

Johannes Weber^a, Christoph Scheit^a, Andreas Hüppe^b, Stefan Becker^a und Manfred Kaltenbacher^b

^a Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.;

^b TU Wien

Im Rahmen des Forschungsvorhabens E|Home-Center sollen die Geräuschentstehungsmechanismen von vertikalen Kleinwindturbinen untersucht werden. Neben den konventionellen Großwindkraftanlagen werden Kleinwindkraftanlagen als eine Möglichkeit angesehen, Windenergie in kleinem Maßstab in bewohnten Gebieten nutzen zu können. Damit die Lärmbelastung auf den Menschen möglichst gering gehalten werden kann, ist es erforderlich, die Leistung im Hinblick auf die Akustik zu optimieren. Die vorliegende Arbeit verwendet einen komplementären Ansatz, der aus experimentellen Messungen und numerischen Strömungs- und Akustiksimulationen besteht. Die Schallabstrahlung einer vertikalen Kleinwindturbine wurde in einem aeroakustischen Windkanal vermessen. Um die Akustik der vertikalen Kleinwindturbine zu simulieren, werden zwei verschiedene Verfahren der numerischen Aeroakustik gewählt. Das erste Verfahren ist eine Finite-Elemente-Methode basierend auf der akustischen Analogie nach Lighthill. Das zweite ist ein Integralverfahren nach Ffowcs Williams-Hawkins (FW-H). Beide Methoden werden miteinander verglichen und mit den experimentellen Daten validiert.

Mi. 16:40 Kopenhagen

Windturbinen II

Numerical Aero-acoustics Assessment of Double-Airfoil Vertical Axis Wind TurbineLaszlo Daroczy^a, Mohamed H. Mohamed^b und Dominique Thévenin^a^aOtto-von-Guericke-Universität Magdeburg; ^bRenewable Energy Lab. of Mechanical Power Engineering Dept., Helwan Univ., Cairo

Noise generated by wind turbines is one of the most important environmental concerns associated to wind energy engineering. Noise levels can be measured but, similar to other environmental issues, the human perception of noise induced by wind turbines is largely subjective. The authors investigate in this work the aerodynamically induced acoustics of one special type of VAWT (vertical axis wind turbine) developed in our group, a double-airfoil VAWT. This small-scale turbine (typically 5 m high), derived from a H-rotor configuration, appears to be suitable also for application in populated areas. Therefore, the noise issue is particularly important. In this work, the rotor has been studied numerically to get its aerodynamic properties and derive the generated noise. For this purpose, the FW-H (Ffowcs-Williams and Hawkings) equations and its integral solutions are used. Time-accurate solutions are obtained from URANS (unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes). Double-airfoil blade shape and slotted airfoil effects are investigated and compared with a standard H-rotor configuration.

Mi. 17:00 Kopenhagen

Windturbinen II

Numerische Untersuchung von Vorder- und Hinterkantenlärm eines Profils in turbulenter AnströmungJonas Illg^a, Ingrid Neunaber^b, Thorsten Lutz^a und Ewald Krämer^a^aUniversität Stuttgart, Inst. f. Aerodynamik u. Gasdynamik; ^bForWind, Universität Oldenburg

Abhängig vom Standort einer Windenergieanlage und den Anströmbedingungen dominiert entweder Hinterkantenlärm oder durch Anströmturbulenz induzierter Vorderkantenlärm. Messungen in einem akustischen Windkanal, begleitet von numerischen Simulationen mit hybriden RANS/LES-Methoden, sollen der Gewinnung neuer Erkenntnisse über das Verhältnis beider Mechanismen bei definierten turbulenten Anströmbedingungen dienen. Die vom vermessenen Profil generierten Emissionen müssen für aussagekräftige Ergebnisse deutlich über dem Hintergrundlärm des Windkanals liegen. Dies konnte durch ein gezielt entworfenes Profil erreicht werden, welches hohe Emissionen von sowohl Vorder- als auch Hinterkantenlärm erzeugt. Da die Profilumströmung parallel zu den Windkanalversuchen auch mittels hybriden RANS/LES-Verfahren simuliert wird, wurde Wert auf die Vermeidung von Ablösungen gelegt. Die interne Instrumentierung besteht aus Mikrofonen und Kulite-Drucksensoren und wurde vorab anhand von Simulationsergebnissen definiert. Zur akustischen Auswertung der Simulationen wird ein Ffowcs Williams-Hawkings-Löser verwendet, der mittels geeigneter Wahl von

Hüllflächen eine räumlich getrennte Identifizierung der Schallquellen ermöglicht. Das Vorgehen beim Profilentwurf und der Auswahl der Instrumentierung sowie die Anpassung des numerischen Setups zur Erzielung identischer Anströmbedingungen in Simulation und Experiment wird detailliert beschrieben.

Mi. 17:20 Kopenhagen

Windturbinen II

Aeroacoustic Simulation for Wind Turbine Airfoils

Christof Rautmann und Roland Ewert

DLR

Turbulent boundary layer trailing-edge noise (TBL-TEN) is the dominant broadband noise source for new generation multi- Megawatt wind turbines operating in rated condition or below. The evaluation of the radiated noise emission in the rotor blade design process is quite challenging. Different prediction methods are known which either lack of accuracy (like semi-empirical methods) or are very resource-intensive (like scale resolving simulations). To overcome these disadvantages the DLR has developed a hybrid simulation approach which utilizes a Reynolds Averaged Navier- Stokes (RANS) solution to setup a subsequent Computational Aeroacoustic (CAA) simulation. For the noise sources the spatio-temporal turbulence field around the trailing-edge is reconstructed from the time-averaged RANS data using a stochastic method. The approach was validated with available experimental data for the TBL-TEN problem. The computational effort is still suitable for design purposes. The hybrid RANS/CAA approach is now used to discover the acoustic and aerodynamic impact of geometry and flow parameter changes for a reference DU-96 wind turbine airfoil. Therefore systematic changes of camber and thickness and the effects of forced laminar-turbulent transition are investigated. It can be shown, that noise mitigation effects in the range of several decibels can be achieved while almost maintaining aerodynamic performance.

Sitzung „Lärmwirkung“

Mi. 9:00 Oslo

Lärmwirkung

Wirkungen von Fluglärm auf kognitive Leistungen und Lebensqualität bei Grundschulkindern im Umfeld des Flughafens Frankfurt/Main: Ergebnisse aus der NORAH-Studie

Maria Klatte^a, Jan Spilska^a, Jochen Mayerl^b, Ulrich Möhler^c, Thomas Lachmann^a und Kirstin Bergström^a

^a*TU Kaiserslautern;* ^b*TU Kaiserslautern, FB Sozialwissenschaften;*

^c*Möhler + Partner Ingenieure AG*

Studien, die seit den 1990er Jahren an internationalen Flughafenstandorten durchgeführt wurden, deuten darauf hin, dass sich eine dauerhafte Belastung durch Fluglärm ungünstig auf die geistige Entwicklung von Kindern auswirken kann. In diesen Studien zeigten sich übereinstimmend schlechtere Leseleistungen bei fluglärmexponierten Kindern;

teilweise wurden auch negative Wirkungen auf Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistungen berichtet. Im Rahmen der Lärmwirkungsstudie NORAH (Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health) wurde dies erstmals an einer großen Stichprobe von Kindern mit deutscher Unterrichtssprache untersucht. Hierzu wurden Lese-, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen sowie phonologischen Vorläuferfertigkeiten des Lesens bei über 1.200 Zweitklässlern aus 29 unterschiedlich fluglärmbelasteten Grundschulen im Rhein-Main-Gebiet erhoben. Zudem wurden Befragungen der Kinder und Eltern zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Lärmbelästigung durchgeführt. Individuelle und schulklassenbezogene Einflussfaktoren wie Sozialstatus und Deutschkenntnisse der Kinder wurden durch Eltern- und Lehrerfragebögen erfasst. Es zeigten sich kleine, jedoch statistisch signifikante beeinträchtigende Effekte des Fluglärmes auf die Leseleistungen und die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Kinder. Effekte des Fluglärmes auf die phonologischen Fähigkeiten der Kinder waren nicht nachweisbar. Die Relevanz und Stärke der Effekte sowie mögliche Wirkmechanismen zwischen Fluglärm, Leseleistungen und gesundheitlicher Lebensqualität werden diskutiert.

Mi. 9:20 Oslo

Lärmwirkung

Aufwachwahrscheinlichkeit bei Verkehrslärm

Dirk Windelberg^a und Berthold Vogelsang^b

^a Leibniz Univ. Hannover, Mathematik; ^b Nieders. Ministerium f. Umwelt
Die Wirkung mehrerer kurzzeitiger Störungen auf einen Schläfer wird untersucht: Während einer Nacht werden am Ohr eines Schlafenden Schallereignisse (z.B. Güterzug-Vorbeifahrten oder Flüge) von Pegeln von 70 dB(A) bei einer Einwirkzeit von jeweils 20 Sekunden angenommen. Als Ursache wird in einem ersten Schritt nur ein Schallereignis, dann in einem zweiten Schritt vier Ereignisse in der ersten und vier weitere in der letzten Nachtstunde und in einem dritten Schritt acht Schallereignisse über die Nacht verteilt betrachtet.

Hier werden verschiedene Modellierungen nächtlichen Schlafes betrachtet: einerseits durch von der Uhrzeit abhängige Schlafkurven und andererseits durch vom Zeitpunkt des Einschlafens abhängige Schlafstadien, deren einzelne Stufen als Aufwachwahrscheinlichkeiten interpretiert werden. Die Wirkung eines Schallereignisses führt dann in Abhängigkeit von der Uhrzeit, dem jeweiligen Pegel und der Einwirkzeit zu einer Änderung der Aufwachwahrscheinlichkeit. Dabei wird die Qualität des Schlafes gemessen als "mittlere Aufwachwahrscheinlichkeit": je höher diese ist, desto geringer ist die Schlafqualität.

Zu jeder der oben genannten drei Ursachen-Schritte wird unter Berücksichtigung unterschiedlicher Schlaf-Individualitäten die mittlere Aufwachwahrscheinlichkeit berechnet.

Als Beispiel werden einerseits Schallereignisse betrachtet, die nach einem festen Fahrplan eintreten, und andererseits Schläfer, die zu verschiedenen Zeiten einschlafen. In einem letzten Teil wird untersucht, wie

sich die Schlafsituation ändert, wenn sich der Zeitpunkt des Einschlafens ändert.

Mi. 9:40 Oslo

Lärmwirkung

Neuer Blick auf Lärm als Risikofaktor im Krankenhaus

Silvester Siegmann und Gert Notbohm

Universität Düsseldorf, Inst. f. Arbeitsmedizin u. Sozialmedizin

Die aus Krankenhäusern berichteten Grundpegel und hochfrequenten Spitzenpegel sind geeignet, sowohl Stressreaktionen wie auch Kommunikations- und Leistungsstörungen hervorzurufen. Daraus ergibt sich für die Beurteilung ein anderer Blickwinkel. Die gemessenen Lärmbelastungen erreichen nicht die Auslösewerte der LärmVibrations-ArbSchV. Allerdings ist hier das Ziel der Schutz des Gehörs. Ab Maximalpegeln von 55 dB(A) wird die Sprachverständlichkeit beeinträchtigt; eine weitere Zunahme vermindert die Konzentration und die Fehlerhäufigkeit steigt. Angesichts der verantwortungsvollen Tätigkeiten im Klinikbereich sollten Schutzziele für die Arbeitsplätze vorgesehen werden, wie sie in der neugefassten VDI 2058 Blatt 3:2014-08 mit $Leq < 55 \text{ dB(A)}$ genannt werden. Diese Richtlinie ist eine Ergänzung der zukünftigen Arbeitsstättenregel ASR A3.7 "Lärm". Eine immer größere Bedeutung nimmt in Kliniken das Thema "Patientensicherheit" ein. Viele Regelungen stellen an die Betreiber hohe Anforderungen, welche die Einführung eines Risikomanagements erfordern. So verlangt auch die neugefasste Qualitätsnorm DIN EN ISO 9001:2015 zukünftig die Ermittlung von Risiken, die das Erreichen von Prozesszielen beeinflussen. Die Bedeutung extraauraler Lärmwirkungen für die Leistungsfähigkeit und Fehlerhäufigkeit der Mitarbeiter bleibt bislang unbeachtet. Ebenso stellen Studien die Wirkung des Lärmpegels in der Klinik auf den Schlaf heraus und unterstreichen die Bedeutung für den Heilungsverlauf. Der Beitrag soll den Blick auf den zukünftig bedeutungsvolleren "Risikofaktor Lärm" im klinischen Alltag lenken.

Mi. 10:00 Oslo

Lärmwirkung

Messung der Belastung und Beanspruchung durch Lärm in einem deutschen Klinikum

Gert Notbohm und Silvester Siegmann

Universität Düsseldorf, Inst. f. Arbeitsmedizin u. Sozialmedizin

Das Thema "Lärm im Krankenhaus" ist in den letzten Jahren häufiger auf Tagungen und in der Presse thematisiert worden, aber bisher gibt es kaum aussagekräftige Daten aus deutschen Kliniken. Daher wird im Winter 2014/15 eine Studie an einem deutschen Klinikum der Maximalversorgung durchgeführt, um grundlegende Daten zur Beurteilung der Schallbelastung und zur Störung und Belästigung von Personal und Patienten zu erheben. Vorgestellt wird der Studienplan, der in Übereinstimmung mit DIN 45645-2 drei Messperioden von jeweils 48 Std. pro Einsatzort in fünf verschiedenen Stationen vorsieht: 2 Intensivstationen,

eine Station der Intensivpflege, eine chirurgische Normalstation und eine Ambulanz. Auf jeder Station wird an mehreren Standorten parallel gemessen (Patientenzimmer, Dienstzimmer, Gänge). Damit wird eine möglichst reale Abschätzung der täglichen Belastung für Personal und Patienten angestrebt. Auf den untersuchten Stationen werden parallel die anwesenden Pflegekräfte und Ärzte sowie Patienten mit standardisierten Fragebögen zur Wahrnehmung der akustischen Situation und zu eventuellen Störungen oder Beeinträchtigungen befragt. Orientierende einstündige Messungen auf fünf verschiedenen Stationen ergaben Mittelungspegel zwischen 54,7 und 66,4 dB(A), Minimalpegel von 36,1 bis 47,8 dB(A) und Maximalpegel von 84,0 bis 92,8 dB(A). Erste Ergebnisse der Hauptstudie zur akustischen Belastung und Beanspruchung in den untersuchten Stationen werden im Laufe des Winters erarbeitet und im Beitrag vorgestellt.

Sitzung „Strömungskustik II“

Mi. 14:00 Oslo

Strömungskustik II

Über die Simulation der Umströmungslärmquellen

Thilo Michels, Hannes Marckmann, Marian Markiewicz und Olgierd Zaleski

Novicos GmbH

Die Simulation des strömungsbedingten Lärms basiert in den meisten Fällen auf numerisch ermittelten Quellen. Um präzise Simulationsergebnisse zu ermöglichen, sollten die zugrundeliegenden Strömungsfelder hinreichend fein aufgelöst werden. Dies gilt für alle Verfahren mit denen die Schallausbreitung berechnet werden kann. Je nach geforderter Güte besteht die Möglichkeit, zeitlich gemittelte oder räumliche gefilterte Berechnungsansätze für die Berechnung der Strömung zu verwenden, wobei letztere die höhere Genauigkeit bieten. Weiter hat die Netzauflösung einen Einfluss auf die Genauigkeit der Quellmodellierung. Hier gilt es, einen guten Kompromiss zwischen Genauigkeit und Aufwand zu finden.

In diesem Beitrag wird zunächst ein Einblick in die verschiedenen Verfahren zur Simulation des strömungsinduzierten Lärms gegeben. Anschließend wird dargestellt, welchen Einfluss die Strömungs- und die Quellauflösung das berechnete akustische Feld haben. Dies wird unter Verwendung des proprietären Programms Virtual.LabTM und der Lighthill'schen Analogie [1] anhand einfacher Beispiele veranschaulicht.

Literaturverzeichnis:

[1] LIGHTHILL, M. J.: On sound generated aerodynamically I. General theory. In: Proceedings of The Royal Society vol. 211 (1952)

Mi. 14:20 Oslo

Strömungsakustik II

Untersuchungen zum Einsatz eines OpenFOAM-EIF-basierten Strömungsakustik-LösersThorben Schröder^a, Thilo Michels^b und Otto von Estorff^a^a TU Hamburg-Harburg; ^b Novicos GmbH

Basierend auf dem für die Strömungssimulation bewährten Open-Source-Paket OpenFOAM wird ein Strömungsakustik-Löser entwickelt. Für die Berechnung der Akustik wird dabei der "Expansion about Incompressible Flow" (EIF) - Ansatz nach Hardin und Pope beziehungsweise Shen und Sørensen verwendet. Dieser beruht auf der Trennung von inkompressiblen, viskosen und kompressiblen, nicht viskosen Anteilen der Strömungsgrößen. Die Implementierung in OpenFOAM und die damit verbundene Formulierung mit finiten Volumen verspricht eine einfache Anwendbarkeit bei unstrukturierten Netzen. Für erste Untersuchungen an dem neuen Löser wird eine zweidimensionale Zylinderumströmung betrachtet. Durch die Einfachheit dieses Feldes ist die Analyse der Ergebnisse besonders gut möglich. Nach Herleitung einer semi-analytischen Lösung für das Schallfeld aus bekannten Formeln für den dreidimensionalen Fall, wird diese mit den Simulationsergebnissen verglichen. Es wird ausschließlich das mit der Strouhal-Frequenz emittierte, dipolartige Feld betrachtet. Dabei werden die Parameter der analytischen Lösung direkt aus der CFD-Simulation entnommen, um allein die Genauigkeit der Akustikberechnung zu bewerten. So werden Fehler eliminiert, welche aus einer möglicherweise ungenauen CFD-Simulation entstehen. Der Einfluss von ausgewählten Simulationsparametern wird anhand verschiedener Beispielrechnungen betrachtet. Insbesondere werden die Stärken und Schwächen des verwendeten Ansatzes diskutiert.

Mi. 14:40 Oslo

Strömungsakustik II

Comparison of Compressible and Incompressible CFD methods for the Acoustic Analysis of Flow Induced Noise in Confined FlowsNatalie WitkowskiTU Wien

Obtrusions such as bends, constrictions and junctions occurring in confined flows give rise to turbulent flow structures and separation zones. Vortices and their interaction with the solid walls constitute acoustic sources and generate acoustic waves at various frequencies, which propagate through the medium, pipe wall and in to the surrounding environment. The acoustic analysis of the flow-induced noise may be accomplished by using two different approaches. The first is the highest modelling approach wherein the full set of compressible Navier Stokes equations is solved. Difficulties lie in the amplitude discrepancies between the acoustic and flow pressures, with differences of up to seven orders of magnitude. More favored is the hybrid approach. Based on an initial flow calculation comprising of the incompressible Navier Stokes

formulations, acoustic source terms may be computed. With use of acoustic analogies, such as the Lighthill acoustic analogy or the perturbation ansatz, a subsequent acoustic analysis may be performed. The purpose of this research is to compare results of the acoustic analysis obtained by compressible and incompressible fluid simulations with focus on the identification and quantification of acoustically relevant flow structures.

Mi. 15:00 Oslo

Strömungssakustik II

Using HPC BEM to Resolve Large Wind Noise Problems

Denis Blanchet^a, Anton Golota^a, Nicolas Zerbib^b und Lassen Mebarek^b

^a*ESI GmbH; b ESI Group France*

The coupled structural-acoustic Boundary Element Method (BEM) has been widely used in vibro-acoustic analysis for decades now, due to its ease of model set up and low dispersion error characteristics. Recently, evolutions of BEM to solve Aero-Vibro-Acoustic (AVA) problems have been introduced. However, the large-frequency range of excitations, sometimes compounded by the large-size nature of the models at hand implies that such problems have a large number of degrees of freedom. As a consequence, while BEM can provide an accurate solution, the time and memory requirements related to model size and frequency range tend to create practical limitations. The advent of affordable large-scale distributed memory computing power enables a new generation of BEM solvers to push these limitations away. It enables coupled indirect BEM problems to be solved on large clusters and distribute all CPU-intensive steps on a large number of CPUs. In this paper, the theory behind DMP for BEM will be introduced, and applications to Aero-Vibro-Acoustic will be shown based on work done over several years with a German wind noise workgroup of car manufacturers including Audi, Mercedes, Porsche and Volkswagen as well as results from a benchmark with Hyundai.

Mi. 16:20 Oslo

Strömungssakustik II

Effects of riblet surfaces on boundary layer induced surface pressure fluctuations und surface vibration

Nan Hu^a und Malte Misol^b

^a*DLR, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik; b DLR, Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik*

Riblet surfaces are an effective means for drag reduction. The skin friction can be reduced by up to 10% with a dimensionless rib spacing in a range of about 14-18. Apart from the drag reduction, the effect of riblet surfaces for surface pressure fluctuations and surface vibration might be of interest, especially for cabin noise. Experiments have been performed in the Acoustic Wind-Tunnel Braunschweig (AWB). Two riblet foils (102mu and 150mu) and one foil without ribs are tested. The dimensionless rib spacing in the test is between 5 and 21. The results show no noticeable effect of the surface pressure fluctuations in the measurable frequency range (ca.200Hz-10kHz) compared to the case without

foils. A vibration reduction at the aluminium plate is measured for all the cases with foils. This is probably related to the additional mass of the foils. Riblet foils show about 1-2 dB more reduction compared to the foil without ribs. The greater stiffness of the riblet foils in the ribs direction might explain this behavior.

Mi. 16:40 Oslo

Strömungssakistik II

Study of Thickness Effect in Shear Layer Correction by CAA Simulation

Jin Jiao, Jan Delfs und Jürgen Dierke

DLR

In open jet wind tunnel experiments, the sound wave emitted from source must pass through a free shear layer induced by the open jet nozzle before reaching the microphones placed out of flow. This will alter both the amplitude and direction of sound wave. Now the most commonly used method is Amiet's theory to correct the effect of the shear layer. However, the theory is derived by assuming a zero thickness planar shear layer, which may cause deviation from the real situation. A better understanding of this correction method could help to utilize it in experimental correction and data evaluation by considering the thickness effect by means of numerical simulation.

This paper is focused on refraction effects from shear layers while considering different thicknesses. The first study of thickness effects deals with a harmonic source at 1kHz and 10kHz and a shear layer flow with linear velocity profile, whose thickness varies from 0.1m to 0.5m, 0.2m per step. This study is followed by 2D CAA simulations of the plane shear layer part of DLR's Acoustic Windtunnel Braunschweig (AWB) flow field.

Mi. 17:00 Oslo

Strömungssakistik II

Druckschwankungen im rotierenden System von Seitenkanalverdichtern in Bezug zur Strukturvibration und Schallabstrahlung

Sven Münsterjohann und Stefan Becker

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.

Die Akustik von Seitenkanalverdichtern (SKV) nimmt eine wichtige Rolle ein, da diese hauptsächlich in der Umgebung von Menschen, wie beispielweise in Straßenkehrmaschinen, in der Papier- und Druckindustrie oder in Dentalsaugern, eingesetzt werden. Um die Mechanismen der Schallentstehung zu identifizieren wurden instationäre Druckmessungen im Inneren des Seitenkanalverdichters durchgeführt. Der hydrodynamische Druck wurde auf den Schaufeloberflächen einer Schaufelzelle im rotierenden System mit bis zu sieben Drucksensoren gemessen. Zusätzliche wurden die Strukturschwingungen mit zwölf Beschleunigungsaufnehmern sowie die Schallabstrahlung mit zehn Mikrofonen erfasst. Die Ergebnisse zeigen die Schallabstrahlung für unterschiedliche Betriebspunkte, insbesondere bei der Blattfolgefrequenz, und den Zusammenhang zu den instationären Druckschwankungen sowie zur

Strukturschwingung. Die im Unterbrecherbereich auftretenden Druckpulsationen finden sich sowohl in der Strukturschwingung als auch dem abstrahlten Schallfeld wieder. Eine zusätzliche Verbindung zur Schallabstrahlung wurde über die zweite zeitliche Ableitung des gemessenen, hydrodynamischen Drucks geschaffen, die Aufschluss über die Entstehung der akustischen Quellen im Seitenkanalverdichter gibt. Dabei zeigt sich, dass die akustischen Quellen verstärkt im Bereich des Unterbrechers generiert werden und diese insbesondere beim Einlauf einer Schaufelzelle in den Unterbrecher und mit Beginn des Entspannungsvorgangs auf der Saugseite dominieren.

Mi. 17:20 Oslo

Strömungsakustik II

Messung der Schallcharakteristik einer Mikrogasturbine

Thomas Geyer^a, Ennes Sarradj^a, Christoph Rex^b, Sebastian Kießling^b
und Alexander Neefe^b

^aBTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Techn. Akustik; ^bEuro-K GmbH
Vor dem Hintergrund der steigenden Nachfrage nach besonders energieeffizienten und leichten Kraftfahrzeugen ist die Verwendung von Mikrogasturbinen in einem seriellen Hybridantrieb ein sehr attraktives Konzept. Bei einem solchen Antrieb wird durch eine kontinuierlich laufende Mikrogasturbine ein Generator betrieben, der die Fahrernergie bereitstellt oder den Fahraku lädt. Im Gegensatz zu den üblicherweise zu diesem Zweck verwendeten Dieselmotoren (dieselelektrischer Antrieb) bietet die Verwendung einer solchen Turbine eine Reihe von Vorteilen, wie eine niedrige Schadstoffemission, eine hohe Betriebszuverlässigkeit sowie eine vergleichsweise geringe Schallentstehung. Ein weiterer, sehr interessanter Aspekt ist das typische Schalleistungsspektrum einer Mikrogasturbine, welches sich deutlich von dem eines Dieselmotors unterscheidet und entsprechend angepasste Lärmminderungsmaßnahmen ermöglicht.

Im Beitrag werden die Ergebnisse akustischer Messungen an einer 70 kW Mikrogasturbine vorgestellt, die für den Einsatz in Bussen mit Hybridantrieb vorgesehen ist. Die ermittelte Schallleistung wird der eines vergleichbaren Dieselmotors gegenübergestellt. Anschließend werden mögliche Ansätze zur Schallminderung vorgestellt.

Mi. 17:40 Oslo

Strömungsakustik II

Zum Einsatz von Helmholtz-Resonatoren zur Schallreduzierung im Klimakanalsystem von Schienenfahrzeugen

Haike Brick und Karl-Richard Kirchner

Bombardier Transportation

Soll für vorhandene Klimaanlagen mit stark begrenztem Bauraum nachträglich der Schalleintrag in das Fahrzeuginnere reduziert werden, dann bietet sich der Einsatz von schaltechnisch kompakten Helmholtz-Resonatoren an. Der im vorliegenden Fall sehr begrenzte konkrete Bauraum und die präzise vorgegebenen Einsatz-Positionen machen

spezielle, ungewöhnliche Formen der Helmholtz-Resonatoren erforderlich. Zunächst wurde im Bereich ebener Wellenausbreitung durch ein Vierpol-Modell (Sidlab) mit generisch, einfach geformten Helmholtz-Resonatoren geprüft, ob die Einsatzpositionen und der verfügbare Bau Raum die erforderliche Schallreduzierung im gewünschten Frequenzbereich prinzipiell ermöglichen. Die Wirksamkeit wird mit Schalldämmung (Transmission loss) und Einfügungsdämmung (Insertion loss) quantifiziert. Die Wirksamkeit der detaillierten Konstruktion der Helmholtz-Resonatoren wird mit FEM und BEM simuliert, exemplarisch gebaut und meßtechnisch validiert. Für die Messung der Einfügungsdämmung wird der Klimakanal in Kombination mit einzelnen Helmholtz-Resonatoren zwischen Hallraum (Senderaum) und einem reflexionsarmen Raum (Empfangsraum) eingebaut. Die Einfügungsdämmung wird mittels Intensitätsmesstechnik aus der Differenz der Schallintensität am Kanalausgang für verschiedene Konfigurationen ermittelt.

Sitzung „Virtuelle Akustik und Binauraltechnik II“

Mi. 8:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik II

Psychoacoustic evaluation of a fast HRTF measurement system

Jan-Gerrit Richter und Janina Fels

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The use of individual head-related transfer functions (HRTFs) in auralization applications has risen in recent years. As the measurement of HRTFs with high resolutions takes too long a time for practical use several measurement systems have been developed to measure individual HRTFs in a short time. These systems usually work with a number of loudspeakers placed around the subject. However, the added reflections from the multiple loudspeakers and uncertainties from the subject placement and movement will distort the measurement. There are still uncertainties, how such artifacts will be perceived when individual measured HRTFs are used in virtual acoustics.

This paper presents a psychoacoustic evaluation of individual HRTFs measured with such a system. Several localization listening test are performed to quantify the localization ability with individual, but fast measured HRTFs, compared to a dummy head measurement. First, the measurement setup itself is investigated for a negative influence on the localization ability with the produced HRTFs. A further test is done to determine if the errors introduced during the fast measurement are big enough to mask the benefits from individual measurements.

Mi. 9:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik II

Distribution of Quadrant Errors in Auditory Localization using a Binaural Headphone System

Stephan Werner, Martin Rekitt und Florian Klein

TU Ilmenau

The auditory system of humans enables the perception of spatial audio in real and virtual acoustics using monaural and binaural cues. The perception of direction and distance are two prominent quality features to evaluate the quality of experience of spatial audio systems. Inaccuracies in perception can occur if physical quality elements of the synthesis system are not adequate. In this study a binaural synthesis via headphones is used to re-synthesize single sound sources on several discrete positions on a full circle around the listener. An artificial head (KEMAR) and a two channel spherical microphone setup are used to measure binaural room impulse responses in a real environment. A listening test is performed to measure the number of quadrant errors and perceived externalization of the auditory events in a localization task. The distributions of its frequencies depending on the direction of the re-synthesized sound source are investigated. The results show a continuous relationship between the investigated quality features and the direction of the sound source. Furthermore, an analysis of the relationship between quadrant errors and externalization depending on direction and used binaural room impulse responses are presented.

Mi. 9:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik II

Perzeptive Evaluation von individualisierten und generischen binauralen ReproduktionenEugen Rasumow^a, Matthias Blau^a, Simon Doclo^b, Martin Hansen^c, Steven van de Par^d, Dirk Püschel^e und Volker Mellert^d^aJade Hochschule Oldenburg, Inst. f. Hörentechnik u. Audiologie; ^bCvO Universität Oldenburg, Signal Processing Group; ^cJade Hochschule Oldenburg; ^dCvO Universität Oldenburg, AG Akustik; ^eAkustik Technologie Göttingen

Die Richtcharakteristiken des menschlichen Kopfes und Torsos (Head-Related Transfer Function, HRTF) werden üblicherweise mithilfe von Kunstköpfen in akustische Messungen einbezogen. Kunstköpfe sind plastische Nachbildungen menschlicher Köpfe mit mittleren anthropometrischen Geometrien und eingelassenen Mikrofonen anstelle der Ohren. Aufgrund ihres nicht individuellen Charakters weisen entsprechende Aufnahmen oft perzeptive Mängel auf, wie z.B. Vorne-Hinten Vertauschungen oder Internalisierung. Alternativ lassen sich die Richtcharakteristiken individueller HRTFs auch mithilfe von Mikrofonarrays mit individuell-optimierten Filterkoeffizienten synthetisieren (weiterhin bezeichnet als virtual artificial head, VAH). Der größte Vorteil des VAH

im Vergleich zu traditionellen Kunstköpfen ist die Möglichkeit zur Individualisierung der Aufnahmen an gewünschte Richtcharakteristiken. Dabei werden die Filterkoeffizienten für diskrete Richtungen mit der Grun-dannahme optimiert, dass dazwischenliegende Richtungen implizit an-gemessen interpoliert werden.

Dieser Beitrag behandelt die perzeptive Evaluation individualisierter VAH-Synthesen zusammen mit binauralen Reproduktionen traditioneller Kunstköpfe im Vergleich zur Freifelddarbietung. Die Evaluationen wur-den für drei explizit optimierte und für drei dazwischenliegende und so-mit nicht explizit optimierte Richtungen durchgeführt. Zusammengefasst unterstreichen die Evaluationen die Bedeutung der Individualisierung bei binauraler Wiedergabe. Es ergeben sich im Mittel gute Bewertungen für die individualisierten VAH-Synthesen, welche für explizit optimierte Richtungen besser und für nicht explizit optimierte Richtungen etwa auf gleichem Niveau (bzw. leicht besser bezüglich der Gesamtperformance) relativ zu traditionellen Kunstköpfen bewertet wurden.

Mi. 9:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik II

The Dependence of the Spatial Impression of Sound Sources in Rooms on Interaural Cross-Correlation and the Level of Early Reflections

Stefan Klockgether und Steven van de Par

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

Binaural room impulse responses (BRIR) can be used to study the per-ception of room acoustics. They consist of different parts, the direct sound, early reflections, and a diffuse reverberant tail. For this study BR-IRs were directly manipulated. Two manipulations were conducted. The interaural cross-correlation was increased by cross-mixing the left and right channel of either the early part, the reverberant tail or the complete BRIR. The second manipulation was an increase or a decrease of the level of the early reflections of the BRIR. The BRIRs of three different rooms (seminar room, lecture hall, concert hall) were used for the expe-riment. The manipulated BRIRs as well as the original BRIRs have been convolved with anechoic music signals to obtain the stimuli that were presented in a psychoacoustic experiment. The subjects had to rate the spatial impression of these manipulated and none-manipulated signals for the perceptual attributes "Listener envelopment", "Apparent source width" and "Source presence". Results indicate that manipulations of the early parts of the BRIR not only affect the apparent source width but also the perceived envelopment. The data shows that manipulations of the reverberant tail also affect perceived source width and presence.

Mi. 10:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik II

Perzeptive Untersuchung zur mixing time und deren Auswirkung auf die Auralisation

Philipp Stade

Fachhochschule Köln

Die mixing time kennzeichnet den Zeitpunkt, ab dem eine binaurale Raumimpulsantwort (BRIR) in einen diffusen und richtungsunabhängigen Nachhall übergeht. Sie ist unter anderem von hoher Bedeutung für die dynamische Binauralsynthese. Ein physikalisch diffuser Nachhall benötigt keine Anpassung an die Kopfdrehung in der Auralisation, daher kann die Kenntnis der mixing time für die Daten- und Rechenaufwandsreduktion in einem dynamischen Binauralsystem genutzt werden. Auch für die Generierung synthetischer BRIRs ist die mixing time relevant und definiert die Grenze richtungsabhängiger Reflexionen. Aufgrund zahlreicher Einflussfaktoren in realen Räumlichkeiten gelingt jedoch nicht immer eine befriedigende Prädiktion der mixing time und ein vollkommen diffuses Schallfeld stellt sich mitunter nicht ein.

In einem Hörversuch mit dynamischer Binauralsynthese werden verschiedene mixing times bewertet. Es erfolgt ein Vergleich von voll-dynamischen BRIRs und BRIRs mit statischem Nachhall ab der mixing time. Weiterhin führen Maskierungseffekte durch Direktschall und frühe Reflexionen meist zu einer unkritischeren Bewertung. In einem zweiten Versuch werden daher die dynamischen Nachhallfahnen den statischen ohne potentielle Maskierung gegenübergestellt. Ein weiterer maßgeblicher Einflussfaktor bei der Auralisation ist die Quellcharakteristik, sodass zudem die mixing times von omnidiirektionalen und gerichteten Schallquellen verglichen und bewertet werden.

Mi. 10:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik II

Simulation and Analysis of Measurement Techniques for the Fast Acquisition of Head-Related Transfer Functions

Mina Fallahi, Fabian Brinkmann und Stefan Weinzierl

TU Berlin, FG Audiokommunikation

Head-related transfer functions (HRTFs) describe the free field sound propagation between a sound source and the listener's ears and include all information that is evaluated in spatial hearing. If non-individual HRTFs are used for auralization, localization and coloration errors occur, due to the non-individual head, pinna and torso morphology. The measurement of individual HRTFs, however, is a challenge both with respect to the measurement system, signal post-processing, and an efficient approach for the acquisition of a multitude of impulse responses for different angles of incidence. In the current study, two techniques aiming at a reduction of the measurement time without loss of quality were compared: The Optimized Multiple Exponential Sweep method (opt. MESM) and Normalized Least Mean Square (NLMS) adaptive filtering. Because a systematic variation of measurement conditions such as SNR, THD,

rotation speed of the Subject, background noise level, and number of sound sources is hardly feasible in an actual measurement setup, we simulated the measurements numerically. Results suggest that a high resolution HRTF dataset can be measured within one minute using NLMS and within 10 minutes using opt. MESM. In a second study, we verified the outcome of the simulation in an experimental setup.

Sitzung „Virtuelle Akustik und Binauraltechnik III“

Mi. 14:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Hörerspezifische Lokalisationsleistung von Schallquellen: Eine Frage der Ohren?

Piotr Majdak, Robert Baumgartner und Bernhard Laback

Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung

Die Fähigkeit Schallquellen zu lokalisieren variiert von Hörer zu Hörer. Die richtungsabhängige Filterung von Schallquellen (engl.: head-related transfer functions, HRTFs) ist ebenfalls hörerspezifisch. In dieser Studie wurde der Beitrag von HRTFs zur hörerspezifischen Lokalisationsleistung durch systematische Permutation der HRTFs innerhalb einer Gruppe von Versuchspersonen untersucht. Mittels eines Lokalisationsmodells für Schallquellen in Sagittalebenen (Baumgartner et al., 2014 JASA 136:791-802) wurde vollständige Adaptation eines Hörers an andere HRTFs simuliert. Die simulierte Lokalisationsleistung wurde mittels Quadrantfehlerraten (Häufigkeit von vorne-hinten oder oben-unten Verwechslungen) und einem lokalen Fehlermaß (Effektivwert der Winkelabweichung innerhalb der korrekten Hemisphäre) quantifiziert. Das Modell wurde über den hörerspezifischen Parameter "Sensitivität" kalibriert, wobei die Kalibrierung eine Korrelation zwischen der simulierten und tatsächlichen Lokalisationsleistung von 0.91 lieferte. Im verwendeten Modell repräsentiert der Parameter Sensitivität alle nicht akustischen Faktoren eines Lokalisationsprozesses. Die systematische Permutation von HRTFs reduzierte die Korrelation auf 0.82, wohingegen die systematische Permutation der Sensitivität die Korrelation auf 0.22 reduzierte. Diese Resultate zeigen, dass unter der Annahme vollständiger Adaptation an unterschiedliche HRTFs, eine Veränderung der HRTFs die hörerspezifische Lokalisationsleistung nur geringfügig beeinflusst. Im Gegensatz dazu scheinen andere, nicht akustische Faktoren die hörerspezifische Lokalisationsleistung stark zu beeinflussen. (Förderung: FWF, Der Wissenschaftsfond, P-24124)

Mi. 14:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Skalierung von kopfbezogenen Übertragungsfunktionen mittels Pol- und Nullstellen**Marcia Lins, Ramona Bomhardt und Janina Fels***Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Kopfbezogene Übertragungsfunktionen (engl. Head-related transfer functions, HRTFs) werden seit langer Zeit in den verschiedensten Bereichen, wie zum Beispiel der virtuellen akustischen Realität, in der Akustik verwendet. Es gibt mittlerweile ebenfalls medizinische Ansätze bei denen Kindern mit der binauralen Wiedergabe im Alltag geholfen werden kann. Die Pol- und Nullstellendarstellung der HRTF erlaubt es, einen kompletten Datensatz durch eine möglichst geringe Anzahl an Koeffizienten darzustellen. Zwar könnte jede einzelne richtungsabhängige Übertragungsfunktion mit unterschiedlichen Polen rekonstruiert werden, jedoch wird dies hier für die altersabhängige Skalierung von HRTF Sätzen als unvorteilhaft erachtet. Deshalb wird die Skalierung frequenzabhängig in drei Bereichen mit winkelunabhängigen Polen durchgeführt, sodass spektrale Merkmale optimal angepasst werden können. Anschließend wird der vorliegende Satz anhand von anthropometrischen Daten der Zielperson in den Frequenzbereichen skaliert, sodass der Satz altersgerecht angepasst werden kann. Zur Validierung werden abschließend die angepassten mit den gemessenen Kinderkopfkopf Sätzen unterschiedlicher Altersstufen verglichen.

Mi. 14:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

A full-spherical multi-channel measurement system for the fast acquisition of head-related transfer functions**Alexander Fuß^a, Fabian Brinkmann^b und Stefan Weinzierl^b**^a TU Berlin; ^b TU Berlin, FG Audiokommunikation

Head-related transfer functions (HRTFs) describe the free field sound propagation between a sound source and the listener's ears and include all information that is evaluated in spatial hearing. If non-individual HRTFs are used to reproduce binaural signals at a listener's ears, localization and coloration errors occur, due to the non-individual head, pinna and torso morphology. The measurement of individual HRTFs, however, is a challenge both with respect to the measurement system, signal post-processing, and an efficient approach for the acquisition of a multitude of impulse responses for different angles of incidence. In the current study, the design and evaluation of a measurement system allowing for the assessment of a full spherical HRTF dataset within one minute measurement time is presented. The system uses Normalized Least Mean Square (NLMS) adaptive filtering and consists of a continuously rotating turntable inside a circular arc equipped with 37 custom build 2" full-range loudspeakers. HRTFs measured with the presented system and the head and torso simulator FABIAN showed good accordance to sequential sweep measurements.

Mi. 15:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Cross-validation of measured and modeled head-related transfer functions

Fabian Brinkmann^a, Alexander Lindau^a, Markus Müller-Trapet^b, Michael Vorländer^b und Stefan Weinzierl^a

^a*TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^bInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Head-related transfer functions (HRTFs) describe the free-field sound propagation between a sound source and the listener's ears. They thus encode all information required for human spatial hearing. HRTFs are applied for the simulation and auralization of virtual acoustic spaces by means of room acoustic modeling techniques. In the current study, we cross-validated two full-spherical high resolution HRTF datasets of the head and torso simulator FABIAN: The first dataset was measured using sequentially swept sines, the second dataset was modeled using the fast-multipole boundary element method (FMM-BEM)^a and a high resolution geometrical mesh of FABIAN. Datasets further included different head-above-torso orientations in the horizontal plane covering a typical range of motion. A comparison between measured and modeled HRTF magnitude spectra showed good agreement for low and mid-frequencies, but increasing differences for higher frequencies caused by misalignment of pinnae related spectral fine structure. The modeled data was then used to (a) extrapolate missing low frequency data in the measured HRTFs due to the limited frequency range of the measurement loudspeaker, (b) correct unwanted variability in the time of arrival caused by temperature fluctuation during the measurements, and (c) validate an extrapolation method for missing data at elevations below 64°.

Mi. 15:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Modellierung der Schalllaufzeit in Außenohrübertragungsfunktionen für beliebige Schallquellen- und Hörerpositionen

Harald Ziegelwanger und Piotr Majdak

Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung

Außenohrübertragungsfunktionen (engl. head-related transfer functions, HRTFs) beschreiben die richtungsabhängige Filterwirkung des Kopfes und der Ohren. Personen-spezifische spektrale und temporale Merkmale in den HRTFs sind wichtig für die Lokalisation von Schallquellen. Die temporalen Merkmale, wie die Schalllaufzeit (engl. time of arrival, TOA) und die interaurale Zeitdifferenz, können bereits jetzt mit geometrischen Modellen approximiert werden. Allerdings sind diese Modelle beschränkt auf z.B. eine fixe Kopfposition oder Fernfeld-HRTFs.

In dieser Studie wird ein umfassendes TOA-Modell vorgestellt. Dieses Modell kombiniert zwei geometrische Modelle: ein TOA-Modell, welches auf Fernfeld-HRTFs beschränkt ist, aber beliebige Kopf- und Ohrposition erlaubt; und ein ITD-Modell, welches beliebige HRTF-Entfernung

erlaubt, aber die Position des Kopfes und der Ohren beschränkt. In diesem Modell werden, basierend auf separaten TOA-Schätzungen aus HRTFs einer Person für alle Schallquellenpositionen, die Modellparameter (Kopfradius, Kopfposition und Ohrpositionen) angepasst. Das TOA-Modell wurde unter verschiedenen Bedingungen evaluiert: für simulierte HRTFs einer Kugel wahlweise mit Torso oder Pinna; für simulierte HRTFs dreier Versuchspersonen; und für akustisch gemessene HRTFs von über 150 Versuchspersonen. Die robuste Schätzung und Modellierung der TOA eröffnet weitere Möglichkeiten zur Analyse und Manipulation von HRTFs.

Mi. 16:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Modal bandwidth reduction in data-based binaural synthesis including translatory head-movements

Nara Hahn und Sascha Spors

Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

A sound field captured by a circular or a spherical microphone array can be auralized by (1) calculating the circular/spherical harmonic expansion coefficients, (2) transforming them into plane wave decomposition coefficients, and (3) filtering these with the corresponding far-field head-related transfer functions. A translatory head-movement for dynamic binaural synthesis can be easily considered by applying a spatial phase-shift to each plane wave component. In this paper, we show that such a translation reduces the effective modal bandwidth in the circular/spherical harmonic domain. This in turn degrades the spatial resolution at the translated position. The amount of degradation depends on the translation distance. This observation supports the evaluation results from a recent study, where a binaural model predicted worse localization accuracy for larger head-movements.

Mi. 16:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Time-domain interpolation of head-related transfer functions with correct reproduction of notch frequencies

Julian Bernhard^a, Gabriel Gomez^a und Bernhard Seeber^b

^a TU München, AIP; ^b Audio-Signalverarbeitung, TU München

Realistic synthesis in virtual binaural displays requires interpolation of the complex frequency and phase responses of head-related transfer functions (HRTFs) to correctly reproduce the acoustical impact of small changes in sound source position. State-of-the-art interpolation approaches cannot reproduce the direction-specific position of spectral notches in HRTFs and they have difficulties reconstructing the phase. Time domain interpolation is prone to comb filter artefacts due to incorrect time alignment. A new HRTF interpolation approach was developed which overcomes these disadvantages by using a local delay to temporally align impulse responses of neighboring sound directions prior to time domain interpolation. The dynamic time warping algorithm is used

for aligning the peaks, overcoming the need for estimating ITDs. A numerical analysis of interpolated versus measured HRTFs shows improved reconstruction of HRTF phase and the notch frequency and depth. Residual, infrequent interpolation errors at the contralateral side can be classified into wideband and narrowband deviations. Their effect on monaural and binaural perception was investigated in a listening experiment. Results indicate that large narrowband deviations around notches have a larger effect on binaural perception than the smaller wideband errors. Overall, the new method achieves improved representation of sound direction particularly for difficult-to-interpolate contralateral directions.

Mi. 17:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

A Solution for Conducting Psychoacoustic Experiments with Real-time Dynamic Binaural Synthesis

Arnau Vázquez

Fachhochschule Köln

Psychoacoustic experiments by means of real-time dynamic binaural synthesis are gaining popularity among researchers. For this reason, the implementation of tools for performing such experiments is of big interest. An extension of the psychoacoustic experimenting software Scale (Vazquez, 2013) that integrates the rendering tool SoundScape Renderer (SSR) (Geier et al., 2008) is presented. Scale is a Matlab-based software that covers the full chain of setup, conduction and analysis of psychoacoustic experiments via a Graphical User Interface (GUI). It includes several test methods such as adaptive n-AFC, impairment evaluation and MUSHRA. The SSR is a tool for real-time spatial audio reproduction that performs several rendering algorithms. In the presented implementation it is used specifically for algorithms related to dynamic binaural synthesis. By test configuration the researcher selects directly in Scale the type of rendering and audio routing. Moreover, the virtual audio scene files used by the SSR are created automatically just by selecting the HRIR or BRIR sets and, if needed, the dry stimuli from a list. During experiment conduction Scale controls the functions of the SSR via commands through its network interface.

Mi. 17:20 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Parameter Analysis for Range Extrapolation of Head-Related Transfer Functions using Virtual Local Wave Field Synthesis

Fiete Winter und Sascha Spors

Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

Binaural Synthesis techniques simulate an acoustical environment using binaural sound reproduction. This requires datasets of head-related transfer functions (HRTFs). In order to enable arbitrarily situated virtual sound sources, a (densely) sampled grid of HRTFs is necessary. However, such datasets are typically available only for source positions on a circle or a sphere of a distinct radius due to the considerable measurement efforts. An extrapolation method utilizing the concept of local Wave

Field Synthesis has proven be highly accurate, computationally efficient and numerically stable. It establishes a grid of so-called virtual secondary sources, which is more dense and nearer to the listener than the original HRTF dataset. These virtual secondary sources are then driven by wave field synthesis techniques. This paper analyses, in how far the number of the virtual secondary sources and their distance to the listener influence the accuracy of this extrapolation method.

Mi. 17:40 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Bewegungsprädiktion in der Echtzeit-Auralisierung dynamischer Schallfelder

Frank Wefers und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Auralisierung bewegter Schallquellen und Hörer erfordert Kenntnis der effektiven Ausbreitungsdauer $\tau(t)$ der Schallwellen im Medium (retardierte Zeit). Physikalisch konsistente Schallfeldsimulation können erreicht werden indem man letztere mittels variabler Laufzeitglieder (*variable delay-lines*) realisiert. Allerdings erfordert dies die Kenntnis der Ausbreitungsdauer in jedem Abtastwert (sample) des Audiosignals. Im Fall von Offline-Simulationen liegen abgetastete Bewegungs-Trajektorien der Objekte (Quellen, Hörer) bereits vollständig vor. Diese können mit Hilfe des Abtasttheorems (Tiefpass-Rekonstruktion) in kontinuierliche Bewegungsbeschreibungen überführt werden. Ausgehend von dieser Basis kann $\tau(t)$ als Lösung nicht-linearer Gleichungen (iterativ) bestimmt werden.

Betrachtet man hingegen Echtzeit-Systeme, so sind die Trajektorien zwar ebenfalls abgetastet, aber nur bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt bekannt. Auch hier wird eine kontinuierliche Bewegungsbeschreibung benötigt, um beliebige Zeitpunkte in anderen Zeitskalen abzutasten (Bewegungs-Interpolation). Um die Latenz in virtuellen Umgebungen gering zu halten, können Bewegungsprädiktion angewendet werden (e.g. *predictive tracking for visual rendering*, Übersprechkompensation). Die hier betrachtete Anwendung unterscheidet sich in den Anforderungen (e.g. maximale Konvergenz vs. Stetigkeit in höheren Momenten). Der Beitrag untersucht die Eignung etablierter Verfahren (exponential smoothing und Kalman-Filter) für solche Zwecke der Schallfeldsimulation und identifiziert mögliche Kandidaten im Hinblick auf die Berechnung von $\tau(t)$.

Mi. 18:00 Riga

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik III

Real-time room acoustics planningSönke Pelzer und Michael Vorländer*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

A real-time room acoustics simulation library in C++ was developed, including visualization and auralization using high performance geometrical acoustics. The room geometry, material data, and acoustical source/receiver characteristics are considered and can be modified at run-time through manifold interfaces (TCPIP, MATLAB, GUI, plug-in or C++ Lib/DLL).

A plug-in for the CAD-modeler SketchUp is presented, connecting the program to the acoustics library. Standard room acoustics parameters and sound propagation (e.g. early reflection paths) can be visualized directly inside SketchUp and are updated on-the-fly. An auralization module calculates spatial impulse responses and renders 3-D sound with realistic room acoustics in real-time during the modeling process, extending SketchUp to provide full room acoustics feedback. The reproduction module supports binaural (headphones or crosstalk cancellation) and array rendering (VBAP and Higher-Order-Ambisonics).

Feeding the low-latency convolution from the live input of the soundcard, the user can talk into the virtual scene with a microphone, while actively modeling sound sources, materials and geometry at run-time. This framework enables and changes a large number of applications, both in strictly acoustical processes (e.g. by reducing cost through streamlined preparation of auralizations), and also in so far strongly visually driven domains, such as architecture, by adding live acoustics feedback.

Sitzung „Hydroakustik: Quellenidentifikation, Schallausbreitung, Kommunikation I“

Mi. 8:40 Stockholm

Hydroakustik I

Tiefwassermessungen zum Zielmaß von TestkörpernEdgar Schmidtke*Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG*

Im vergangenen Jahr 2014 wurden auf der DAGA-Tagung erfolgreich durchgeführte Messungen des Jahres 2013 zum Zielmaß von Testkörpern im Frequenzbereich zwischen 5 kHz und 10,7 kHz präsentiert. Wegen beengter geometrischer Gegebenheiten im Hafenbecken des Marinearsenalbetriebes Kiel waren die Messungen bei noch tieferen Frequenzen nicht möglich. Daher wurde als notwendige Fortführung der bisherigen Versuche ein Seeexperiment mit dem Forschungsschiff FS PLANET für den November 2014 geplant. Dieses Experiment wurde bei einer Wassertiefe von etwa 300 m in einem Fjord in Norwegen durchgeführt, wobei der Versuchsaufbau auf eine Tiefe von etwa 100 m abzusinken war. Der Versuchsaufbau und erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Mi. 9:00 Stockholm

Hydroakustik I

Akustisches Rückstreuverhalten von Unterwasserobjekten unter Berücksichtigung der ScherwelleIngo Schäfer^a und Ralf Burgschweiger^b^a Wehrtechnische Dienststelle 71; ^b Beuth Hochschule für Technik Berlin

Um die akustische frequenzabhängige Rückstreustärke eines Objektes zu berechnen, müssen aufwändige numerische Verfahren (FEM / BEM Kopplung) genutzt werden. Um alle relevanten akustischen Effekte zu berücksichtigen, kann hierbei das Objekt mit Hilfe von Finiten-Elementen und das umgebende Fluid mit Hilfe der Randelementmethode beschrieben werden. Bei diesen Verfahren steigt der Rechenaufwand überproportional zur Erregerfrequenz an, da die zugehörige Oberflächenelementierung entsprechend feiner durchgeführt werden muss. Die klassische Faustformel zur Bestimmung der Elementgröße verlangt mindestens sechs Elemente pro Wellenlänge. Dieses Verfahren berücksichtigt automatisch neben der Transversalwelle auch die in der Objektstruktur auftretende Scherwelle, welche insbesondere bei höheren Frequenzen eine Rolle spielt. Realistische Objekte können momentan mit diesem Verfahren wegen des enormen Rechenbedarfs bei höheren Frequenzen nicht berechnet werden. Bei dem eigenentwickelten, auf Raytracing-basierenden Algorithmus muss der Einfluss der Scherwelle durch Modifizierung der Reflexions- und Transmissionskoeffizienten pro akustischen Strahl berücksichtigt werden. In diesem Beitrag werden Ergebnisse dieses Verfahrens anhand von einfachen rotationssymmetrischen Beispielen vorgestellt und Effekte der Scherwelle verdeutlicht.

Mi. 9:20 Stockholm

Hydroakustik I

Implementierung eines Analyseverfahrens zur Ermittlung pegel-relevanter Bereiche von Strukturen innerhalb von dünnwandigen Körpern unter Verwendung des Raytracing-Lösers BEAMRalf Burgschweiger^a, Ingo Schäfer^b, Bodo Nolte^c und Martin Ochmann^a^a Beuth Hochschule für Technik Berlin; ^b Wehrtechnische Dienststelle 71;^c Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG

Im Bereich des Luft- und Wasserschalls ist es häufig gewünscht, zur Reduktion des Rückstreuverhaltens eines Körpers die Bereiche zu bestimmen, die zu einem hohen akustischen Rückstreupegel führen. Dies ist insbesondere dann sehr aufwändig, wenn die zu betrachtenden inneren Strukturen von äußeren Strukturen, bestehend z.B. aus dünneren Schichten, verhüllt werden, und ist mit Hilfe konventioneller BE- oder FE-Methoden i.d.R. nicht in akzeptabler Zeit machbar.

Es wird gezeigt, wie im ersten Schritt eine Berechnung der Rückstreuung der gesamten Struktur im Fernfeld mit Hilfe eines Raytracing-Verfahrens Aufschluss über die pegelrelevanten ("lauten") Bereiche der sichtbaren Oberfläche liefert.

Das vorgestellte Analyseverfahren ermöglicht es, durch eine nachfolgende, ebenfalls Raytracing-basierende, Berechnung an explizit ausgewählten Evaluierungspunkten, die für den höheren Abstrahlpegel relevanten Teile der inneren Strukturen, z. B. Doppel- oder Tripelspiegel, zu identifizieren. Damit wird es möglich, durch konstruktive Maßnahmen und/oder Materialänderungen das Abstrahlverhalten dieser Bereiche gezielt zu verringern.

In dem Beitrag werden die Grundlagen des verwendeten Raytracing- und Analyseverfahrens sowie erste Ergebnisse von Objekten, bestehend aus dünnwandigen Außen- und komplexeren Innenkörpern, vorgestellt.

Mi. 9:40 Stockholm

Hydroakustik I

Acoustic Fluid-Structure Interaction of Cars and Ships

Lothar Gaul

Universität Stuttgart, IAM

Acoustic FS I is common in automotive applications. An example is the pressure-induced structure-borne sound of piping and exhaust systems. Efficient model order reduction and substructuring techniques accelerate the finite element analysis and enable the vibro-acoustic optimization of such complex systems with acoustic FSI. This paper reviews the application of the CB and R methods to fluid-structure coupled Systems and presents automotive and ship applications. 1) a fluid-filled brake-pipe system is assembled according to the CB method. Fluid and structural partitions are fully coupled in order to capture the interaction between the pipe Shell and the heavy fluid inside the pipe. 2) a rear muffler with an air-bone excitation is analyzed. Here, the R and the CB method are used to separately compute the uncoupled component modes of both the acoustic and structural domain. These modes are then used to compute a reduced model which incorporates full acoustic FSI. For both applications, transfer functions are computed and compared to the measured results. The vibro-acoustic behaviour of ships is noticeably influenced by the compressible water and represents a multi-field problem. Two fast boundary-element methods are applied for the semi-infinite fluid domain. As advantage, the Sommerfeld-Radiation condition is satisfied exactly thus boundary discretization is only necessary.

Mi. 10:00 Stockholm

Hydroakustik I

Untersuchung der Kopplung zwischen simultan gemessenem Körperschall und Wasserschall bei Überwasserschiffen

Andreas Galka^a, Jan Abshagen^b, Arne Stoltenberg^b, Volkmar Nejedl^b

^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Technische Fakultät;* ^b*Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG*

An einem Überwasserschiff (FS PLANET) wurden simultan Zeitreihen des Körperschalls und des emittierten Wasserschalls gemessen. Wir präsentieren einen neuen Ansatz zur Analyse der Kopplung zwischen

den resultierenden Körperschall- und Wasserschall-Zeitreihen. Die Analyse basiert auf regularisierten Regressionsmodellen für Zeitreihen der spektralen Leistung, die auf einem Satz von Frequenzintervallen für ein gleitendes Zeitfenster berechnet wurden. Kernelement des Verfahrens ist die Bestimmung eines optimalen Satzes von Frequenzintervallen mittels numerischer Optimierung. Als Regularisierungsgröße wird die Signifikanz der Regressionskoeffizienten verwendet. Die Analyse zielt darauf ab, eine Vorhersage des Wasserschalls aufgrund des gemessenen Körperschalls zu realisieren.

Mi. 10:20 Stockholm

Hydroakustik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Hydroakustik: Quellenidentifikation, Schallausbreitung, Kommunikation (Poster)“

Kurvvorträge: Mi. 10:20 / Stockholm, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Hydroakustik (Poster)

Adjoint Based Data Assimilation of Sound Sources

Mathias Lemke^a, Julius Reiß^a und Jörn Sesterhenn^b

^a TU Berlin; ^b TU Berlin, Inst. f. Strömungsmechanik u. Techn. Akustik

An adjoint based data assimilation framework for the Euler/Navier-Stokes equations will be presented. It is used to identify sound sources (position and signal) from distant microphone measurements. The method is validated through synthetic and aeroacoustic experiments. A known sound source is identified/reconstructed.

Adjoint equations provide high-dimensional gradient information, which can be used for optimization and data assimilation tasks. In general the technique aims at determination of unknown parameters of a considered model by measurements in an optimal sense and is formulated as a minimization problem under additional constraints. The difference between a computed state and measurements is to be minimized by identification of control variables of the model e.g. sources or boundary conditions. Beside the technique itself the observability of unknown sources will be discussed, as the adjoint solution provides corresponding information. Also the extension of the framework by additional quantities like velocity and temperature measurements will be presented.

Sitzung „Hydroakustik: Quellenidentifikation, Schallausbreitung, Kommunikation II“

Mi. 14:00 Stockholm

Hydroakustik II

Strömungsakustische Untersuchungen turbulenter Grenzschichten unter Seebedingungen

Jan Abshagen, Dennis Küter und Volkmar Nejedl

Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG

Der im Innenraum eines turbulent umströmten Körpers entstehende Schall ist für viele technische Anwendungen von großer Bedeutung. In der Unterwasserakustik limitiert dieses sogenannte Eigenstörgeräusch maßgeblich die Leistungsfähigkeit von SONAR-Systemen. Für die Entstehung von strömungsinduziertem Schall im Innenraum des Körpers sind dabei die Übertragung und die Wechselwirkung der turbulenten Wanddruckschwankungen mit der äußeren Hülle des Systems von zentraler Bedeutung. Es werden Ergebnisse von Seever suchen zur Strömungsakustik turbulenter Grenzschichten vorgestellt. Diese mit Hilfe eines Schleppkörpers gewonnenen Ergebnisse werden mit denen aus Experimenten in einem Kavitationstunnel verglichen.

Mi. 14:20 Stockholm

Hydroakustik II

Untersuchungen zu geschwindigkeitssensitiven Sendesignalen zur Detektion von TauchernDietmar StillerWehrtechnische Dienststelle 71, FWG

Schiffe und Einrichtungen in Häfen können durch Angreifer aus dem Unterwasserbereich bedroht werden. Mögliche Angreifer sind Taucher mit und ohne Schwimmhilfe oder auch autonome Unterwasserfahrzeuge (AUVs). Zwei gemeinsame Eigenschaften dieser Zieltypen sind die geringe Zielgeschwindigkeit und das geringe Zielmaß. Diese Eigenschaften erschweren die Detektion neben den sich örtlich und zeitlich verändernden Ausbreitungsbedingungen, die wesentlich durch die vertikal inhomogene Schallgeschwindigkeit beeinflusst werden. Neben dem Einsatz von hochentwickelten Zielverfolgungsalgorithmen, die eine starke Reduzierung der Falschalarme ermöglichen, ist für die Reduktion der verbleibenden Falschalarme auf Trackebene eine Betrachtung der Eigenschaften der Ziele notwendig. Dazu bietet sich zuerst die Betrachtung von Zieleigenschaften auf Kontakt ebene an. Dazu wird hier die Nutzung von Eigenschaften der Mehrdeutigkeitsfunktion von geschwindigkeitssensitiven Sendesignalen betrachtet.

Mi. 14:40 Stockholm

Hydroakustik II

Study of the Directivity of Parametric ArraysKarsten Wiedmann und Tobias Weber*Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik*

In parametric underwater communications, nonlinear effects occurring during the propagation of intense acoustic waves are exploited for communication purposes. Due to the parametric transmission utilized in this approach, a low frequency wave having a high relative bandwidth and a high directivity is nonlinearly created by the radiation of a high frequency wave. This paper studies the directivity of the nonlinearly generated wave. The nonlinearly generated wave is radiated by a source volume. To evaluate the farfield, a volume integration of the free-field Green's function weighted by the source strength density has to be carried out. Numerical simulations are convenient but give only limited physical insights into the directivity causing processes. In the paper, the source strength density is analytically determined by solving the nonlinear Westervelt wave equation for a two-tone excitation. Then, the volume integral is analysed by separating the integral in a radial and a transversal component. This enables qualitative investigations of the directional effects in parametric arrays. The discussed modelling approach improves the understanding of the physical process of parametric transmission. Moreover, it supports the design of highly directive underwater communication systems.

Mi. 15:00 Stockholm

Hydroakustik II

Experiment zur Untersuchung der Auswirkung von digitaler Kommunikation mit JANUS auf die Verständlichkeit analoger Sprachkommunikation nach STANAG 1074 unter WasserJustus Fricke^a, Ivor Nissen^a und João Alves^b^a Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG; ^b NATO STO Centre for Maritime Research and Experimentation

Das digitale Unterwasserkommunikationsverfahren JANUS befindet sich derzeit in der Standardisierung. Der für die Nutzung von JANUS zur digitalen Übertragung vorgesehene Frequenzbereich überschneidet sich mit dem von der analogen Unterwassersprachkommunikation nach STANAG 1074 genutzten. Für die Teilnehmer der Sprachkommunikation ergibt sich dadurch ein hörbares Interferenzsignal. In einem 2014 durchgeführten Seeexperiment wurde durch JANUS-Signale systematisch gestörte, formalisierte analoge Unterwassersprachkommunikation aufgezeichnet. Mit Hilfe dieser Aufzeichnungen wird versucht, den Einfluss dieser Interferenz auf die Verständlichkeit des Sprachsignals zu beurteilen. In diesem Beitrag werden das Experiment und erste daraus gewonnenen Erkenntnisse dargestellt.

Mi. 15:20 Stockholm

Hydroakustik II

Akustische Multiband-Burst-Kommunikation in heterogenen Netzwerken unter Wasser**Ivor Nissen***Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG*

Akustische Burst-Kommunikation bietet sich in kabellosen mobilen Unterwasser-Kommunikationsnetzwerken (UW-MANET) an, da hierdurch die kurze Transmissionszeit wenige Kollisionen entstehen, zudem die autonomen Geräte weniger Energie verbrauchen. Durch die natürlich vorgegebene frequenzabhängige Absorption im Wasser existiert für eine gegebene maximale Reichweite ein optimales Frequenzband, das dann die Baugrößen der Sendewandler und deren Energieversorgung bestimmt, wie auch die notwendigen Abtastraten. Bemannete Plattformen unter und über der Wasseroberfläche besitzen ausreichend Sendeleistung für tieffrequente und damit weitreichende Transmissionen mit Wandlern entsprechend großer Apertur, Rechenkapazitäten und mit den Hydrophonantennen zusätzlich über Raumdiversität; Taucher und kleinste autonome Einheiten wie Roboterfische und Bodenknoten jedoch über eine komplementäre Ausgangslage. Damit wird eine (halb)duplexfähige Kommunikation nur auf ein hohes und damit einschränkendes gemeinsames schmalbandiges Frequenzband gezwungen respektive sind simultan unterschiedliche Signalverarbeitungsketten mit unterschiedlicher Hardware parallel durchzuführen, was Administration nach sich zieht. In diesem Beitrag wird zur Überwindung ein Konzept zur akustischen Multiband-Technik für die Burst-Kommunikation vorgestellt, mit der es möglich ist, Teilnehmer mit stark unterschiedlichen Ressourcen in einem heterogenen Netzwerk (het net) gleichrangig aber mit den individuellen Möglichkeiten zu verbinden, wie erste Untersuchungen gezeigt haben.

Mi. 16:40 Stockholm

Hydroakustik II

Akustisches mobiles ad-hoc Netzwerkprotokoll - GUWMANET**Michael Goetz^a und Ivor Nissen^b**^a*Fraunhofer FKIE;* ^b*Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG*

Kommunikation in Unterwassernetzwerken kann auf größere Entfernung nur akustisch erfolgen. Um zuverlässig bei unterschiedlichen Wetterbedingungen Nachrichten austauschen zu können ist man entweder auf sehr tiefe Frequenzen mit sehr geringen Bandbreiten oder Multi-Hop-Strategien angewiesen. Für letzteres wird ein Netzwerkprotokoll benötigt, welches die Weiterleitung der Nachrichten in Richtung des Empfängers organisiert. Bei einem akustischen Unterwasserkanal müssen sich dabei alle Kommunikationsteilnehmer das Medium teilen. Dabei führen gleichzeitige Übertragungen zu Kollisionen und damit zu Paketverlusten, im Gegensatz zu kabelgebundenen Netzwerken. Grundsätzlich ist daher darauf zu achten, dass jede Übertragung so kurz wie möglich ist. Genau

hierfür wurde das Netzwerkprotokoll "Gossiping in UnderWater Mobile Ad-Hoc Networks" (GUWMANET+) designt, das hier vorgestellt wird. Ein wichtiger Aspekt ist die Integrierung von mobilen Teilnehmern, beispielsweise autonomen Tauchfahrzeugen (AUVs). Diese mobilen Einheiten können eine wichtige Rolle in partitionierten Netzwerken einnehmen, indem sie Nachrichten zwischen einzelnen Partitionen austauschen. Dabei muss das Netzwerkprotokoll zeit- und ortsunabhängig sein, was unter dem Begriff "Delay Tolerant Networking" (DTN) zusammengefasst wird. Dies wurde in einem nationalen Seerversuch TRANSEC 2014 getestet, dessen Ergebnisse hier vorgestellt werden, genauso wie Anwendungen zur verdeckten Kommunikation in Botnetzwerken mit Hilfe von hochfrequentem Luftschall.

Mi. 17:00 Stockholm

Hydroakustik II

A Real-time MIMO System for SONAR Applications

Tim Claussen, Viet Duc Nguyen, Ulrich Heute und Gerhard Schmidt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

In this contribution, a MIMO system, consisting of a multitude of sending and receiving hydrophones as well as a PC-based signal processing hardware, is presented. In a first stage, the received hydrophone signals are processed by a multitude of beamformers. Each beamformer output signal is correlated with the send-signal sequence without modifications as well as with several temporally compressed and stretched versions. By analyzing the resulting three-dimensional correlation matrix using a CFAR detection algorithm, the angle(s) of arrival, the radial distance(s), and the radial target speed(s) can be estimated. In order to improve the detection rate, a basic tracking algorithm based on Kalman filtering and Multi-Hypothesis Tracking, is implemented. Tracked targets are distinguished between "interesting" and "non-interesting" (e.g. stationary, known) targets by a dedicated decision unit. In order to improve the detection of weak "interesting" targets masked by strong "non-interesting" targets, a sending beamformer is used to block the emission of sound into the direction of the "non-interesting" targets. Due to the drawback of becoming blind towards some directions, blocking and omni-directional send modes are used alternatingly. In order to achieve a sufficient real-time performance, extensive frequency-domain processing and processor-specific code optimization are utilized.

Mi. 17:20 Stockholm

Hydroakustik II

Estimating the number of sperm whale (*Physeter* sp.) individuals based on grouping of corresponding clicks

Carlos Antonio de Obaldia Pastor, Gediminas Simkus und Udo Zölzer

Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg

An automated Passive Acoustic Monitoring (PAM) method for the detection and differentiation of sperm whales (*Physeter* sp.) individuals is proposed. Various methods benefit from the correlation of multi-channel

recordings to identify active whales. However, the proposed approach employs audio recordings from a single hydrophone and uses a correspondence analysis to differentiate between active individuals. Segments of a click are obtained by thresholding the RMS envelope of the Teager-Kaiser energy operator's output. Possible click reflections are detected by an iterative comparison of extracted click-like segments with each other. Corresponding clicks are grouped by comparing extracted click features and the cross-correlation of sequential time-segments of the click with one another. Signal characteristics which describe time and spectral signatures of clicks are employed to derive rules for an effectual correspondence between the click segments. Corresponding clicks are then grouped to determine the number of active sperm whales, hence identifying plausible signatures for individuals. Results with real-world recorded signals confirm that such correspondences can be used for further applications. For instance, intra-species classification in monaural recordings.

Sitzung „Bioakustik“

Mi. 17:40 Stockholm

Bioakustik

Wasserschallmessungen in der Delphinlagune des Nürnberger Tiergartens

Rudi Volz^a, André Jakob^a und Lorenzo Von Fersen^b

^a *advacoustics - Ingenieurbüro; ^b Tiergarten der Stadt Nürnberg*

In der Delphinlagune und im Manatihaus des Tiergartens Nürnberg wurden Wasserschallmessungen durchgeführt. Ziel war die präventive Erfassung von eventuellen Lärmbelastungen durch Pumpen und andere Aggregate sowie durch zeitweisen Betrieb in einem an eine Unterwasserscheibe angrenzenden Veranstaltungsräum auf die Tiere und eine Bewertung der gegenwärtigen Situation, um gegebenenfalls weitere Schlussfolgerungen für den Betrieb daraus ziehen zu können. Die Ergebnisse dieser Messungen werden im Vortrag vorgestellt und unter Berücksichtigung der Hörempfindlichkeit der dort lebenden Tiere diskutiert.

Mi. 18:00 Stockholm

Bioakustik

Bioacoustic characteristic of super-red indonesia tropical arwana: how to distinguish fish gender using acoustic

Gede Mahendra Wijaya

Bogor Agriculture University, Indonesia

Fisheries acoustic technology in Indonesia is not yet known by the public. Special characters generated will be caused by the type of each species, physiological characteristics, biological character, until the behavior of each species. Based on the results of the visualization of data obtained from the above results, so we could be concluded that the characteristics of the male and female parent voice has discernible difference from the value of the frequency and Power Spectral Density.

Similarly, with sires productive category with unproductive, each indicates the special character of the cluster has been created showed that the male fish has a frequency in 0.16 Hz whereas the female parent 0.08 Hz. The productive fish has a frequency in 0.19 Hz frequency while unproductive fish has 0.03 Hz. The Magnitude male parent amounted to 67.92 dB, while the female parent 42.57 dB. The unproductive fish has a magnitude at 63.35 dB, and the productive fish has magnitude at 98.94 dB. Based on the value of PSD, the PSD of female fish has a greater value (-32.79) than the male fish (-65.04). In addition, unproductive has a greater value of PSD (-53.93) than the productive fish (-74.83)

Sitzung „Lehre und Historie der Akustik“

Mi. 8:40 Helsinki

Lehre und Historie

Der Weg des Kymographions in die Akustik

Rüdiger Hoffmann und Dieter Mehnert

TU Dresden, Inst. f. Akustik u. Sprachkommunikation

Die historische akustisch-phonetische Sammlung (HAPS) der TU Dresden dokumentiert die Entwicklung der Experimentalphonetik und Sprachtechnologie. In den historischen DAGA-Sitzungen wurden bereits mehrere Gerätgruppen aus der Sammlung vorgestellt. Wir widmen uns diesmal den Ausführungsformen des Kymographen, bei dem ein Schall-signal mit einem Zeiger auf den Mantel eines rotierenden Zylinders geschrieben wird. Dieses Aufzeichnungsprinzip ist bis in die Nachkriegszeit weithin verwendet worden und wurde erst durch den Sonagraphen abgelöst. Historisch ist bemerkenswert, dass die Entwicklung des Kymographions (Wellenschreibers) auf das Bedürfnis zurückgeht, physiologische Bewegungen aufzuzeichnen. Obwohl es ältere Ansätze gibt, gilt der bedeutende Physiologe Carl Ludwig (1816-1895), der das Prinzip zur Registrierung von Blutdruckschwankungen nutzte und 1847 beschrieb, als sein Erfinder. Um 1860 gibt es erste Versuche, das Prinzip für die Aufzeichnung von Schall zu nutzen; zu nennen sind hier die Namen Mach, Politzer, Helmholtz, Bernard und Koenig. Der Durchbruch zu einer breiten Anwendung in der Sprachforschung, der zu einer Serienproduktion führte, erfolgte erst durch die Erfindung der nach dem bekannten „Bewegungsforscher“ Marey benannten Wandlerekapsel und deren Anwendung durch den „Vater der Experimentalphonetik“ Rousset. Es zeigt sich, dass die Entwicklung des Kymographen ein Beispiel für die enge Verknüpfung der medizinisch-physiologischen Schulen in Wien und Paris ist, die bisher nur unzureichend erforscht wurde.

Mi. 9:00 Helsinki

Lehre und Historie

Geschichte des Kondensatormikrophons in der Studiotechnik III - vom transformatorlosen zum digitalen MikrophonMartin SchneiderGeorg Neumann GmbH

(Teil I in DAGA 2011, Teil II in DAGA 2014) In den 1960er und 1970er Jahren setzten sich bei den Kondensatormikrofonen einfache Transistororschaltungen und die auch heute noch verwendeten Speisetechniken durch.

Die folgenden Entwicklungen in den 1970er Jahren bis zur heutigen Zeit betrafen insbesondere

- die zunehmende Beherrschung der Elektret-Technik
- die weitere Reduzierung von Nichtlinearitäten durch
- die Einführung transformatorloser Schaltungen
- die Optimierung des Wandlers
- das Einsetzen des "Vintage-Revivals"
- die Wiederentdeckung der Röhre
- der vermehrte Einsatz von Druckempfängern und Messmikrofonen in der Studiotechnik
- die Schritte von der Stereophonie zur Mehrkanaltechnik
- kopfbezogene Stereophonie mit Kunstkopf
- Surround- und 3D-Techniken
- die Massenfertigung durch asiatische Produktionstätten
- die Integration des Analog-Digital-Umsetzers in das Mikrophon

Diese Stationen werden anhand ihrer Erfinder sowie der entstandenen relevanten Mikrophontypen und ihrer Auswirkungen auf die Studiotechnik erläutert.

Mi. 9:20 Helsinki

Lehre und Historie

Blochincev, Gutin, Rimskij-Korsakov - die russische Aeroakustik in der Mitte des 20. JahrhundertsPeter KöltzschTU Dresden

Die westliche Aeroakustik behauptet, dass der Terminus "Pseudoschall" 1961 durch Lighthill geprägt worden ist: Lighthill "coined the word pseudo-sound for turbulent or other pressure fluctuations that do not propagate themselves, but can act as sound sources." [Pedley 2001]. Aber bereits 15 Jahre früher hat der russische Physiker Blochincev in seinem Buch "Die Akustik inhomogen sich bewegender Medien" das Phänomen der Druckschwankungen in Strömungen unter dem Begriff Pseudoschall ("psevdovzvuk") ausführlich behandelt.

Aus der sowjetischen Aeroakustik in der Mitte des 20. Jahrhunderts sind zahlreiche weitere Wissenschaftler mit bahnbrechenden Arbeiten zur Strömungsauskustik bekannt, u. a. Andrejev (1934) mit der Theorie der Schallausbreitung in bewegten Medien, Gutin (1936) mit der Berechnung des Propellerschalls ("Gutin sound"), Judin (1942) mit dem Wirbellärm von Ventilatoren. Von Blochincev (1946) stammt außerdem die konvektive Wellengleichung und die akustische Energieerhaltungsgleichung in Strömungen, auf die selbst Lighthill mehrmals Bezug genommen hat. Zur Gala-Reihe der sowjetischen Aeroakustiker gehört auch A. V. Rimskij-Korsakov (1910-2002, der Enkel des berühmten Komponisten) mit akustischen Arbeiten zur Schallerzeugung und Schallausbreitung in Strömungen. Unter den genannten Gesichtspunkten ist es mehr als gerechtfertigt, wenn 1992 Alan Powell zu der Erkenntnis kommt: "The Soviet Union probably had the leadership position in aeroacoustics just after World War II."

Mi. 9:40 Helsinki

Lehre und Historie

Konzeption und Implementierung eines MATLAB-basierten MPEG-Audiokodierers unter Berücksichtigung didaktischer Aspekte

Per Loenicker

FH Düsseldorf

Die Entwicklung des Audiokodierers MPEG-1 Layer III (mp3) Anfang der 90er Jahre, hat bis heute die Art und Weise wie Tonaufnahmen konsumiert werden so nachhaltig verändert, dass man von einer Revolution sprechen kann. Digitale Musikvertriebe wie iTunes oder Napster wären ohne verlustbehaftete Datenkompression nicht denkbar und die Musikindustrie war und ist als Folge gezwungen, sich zum Teil neu zu erfinden. Doch auch aus technischer Sicht ist der Algorithmus sehr interessant. Allen voran die Erkenntnisse aus dem Forschungsfeld der Psychoakustik, aber auch Themen der digitalen Signalverarbeitung und der Informatik werden hier zusammengeführt.

Das Prinzip der verlustbehafteten Datenkompression, durch Ausnutzung von Verdeckungseffekten bestimmte Signaleanteile nicht zu übertragen, ist vielen bekannt. Dies ist aber nur die halbe Wahrheit, der tatsächliche Prozess ist weitaus komplexer.

Die MATLAB-basierte Experimentierumgebung MPER-3 bietet Studenten die Möglichkeit, die komplexen Abläufe innerhalb des Kodierers zu verstehen. Wichtige berechnete Werte des MPEG-1 Layer III Standards sind zu jeder Zeit an Graphen ablesbar. Außerdem können Parameter verändert und verschiedene Aufgaben bearbeitet werden, die sich näher mit den vielen Teilprozessen des Kodierers beschäftigen. Ziel der Anwendung ist es, dem Nutzer ein tiefgreifendes Verständnis von der verlustbehafteten Audiokodierung zu vermitteln.

Mi. 10:00 Helsinki

Lehre und Historie

Berufliche Weiterbildung an der Universität - Erfahrungen zur Akustik-Lehre mit heterogenem Auditorium aus Studierenden und Berufstätigen

Tobias Ring und Sabine Langer

TU Braunschweig

Die Akustik technischer Produkte spielt heute in vielen Bereichen des täglichen Lebens eine große Rolle. Daraus leiten sich vielfältige Aufgabenstellungen für die Unternehmen ab, deren Bearbeitung auf der einen Seite hochqualifizierte Nachwuchskräfte und auf der anderen Seite Angebote zur berufsbegleitenden Weiterbildung erfordern. Letztere stellen die langfristige Beschäftigungsfähigkeit des Einzelnen und somit auch die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen sicher. Demgegenüber belegen verschiedene Studien der DEGA zur Akustik-Ausbildung in Deutschland einen rückläufigen Bestand an universitären Einrichtungen mit einer direkten Ausrichtung auf Akustik und deren Vermittlung.

An der TU Braunschweig wurde im Rahmen des Weiterbildungspools Ingenieurwissenschaften erstmals die Vorlesung Vibroakustik angeboten. Deren Auditorium bestand zu gleichen Anteilen aus grundständig Studierenden sowie Weiterbildungsstudierenden aus verschiedenen Bereichen der Industrie. Dabei konnten vielfältige Erfahren gemacht werden, sowohl zum Umgang mit einem stark heterogenen Auditorium als auch zu den daraus entstehenden Chancen. Wesentlichen Beitrag zum Erfolg des Konzeptes lieferte dabei die Zusammensetzung der Lehrveranstaltung zu gleichen Teilen aus klassischer Vorlesung und praxisnahem Laboranteil. Gerade bei Letzterem bestand für die Teilnehmer die Möglichkeit zu einem regen Austausch und dem Einbringen der individuellen Erfahrungen.

Mi. 10:20 Helsinki

Lehre und Historie

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind

(s. nächste Seite)

Sitzung „Lehre und Historie der Akustik (Poster)“

Kurvvorträge: Mi. 10:20 / Helsinki, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Lehre und Historie (Poster)

Erfahrung mit Tele-Teaching im Fach 'Music Acoustics'Malte Kob*Hochschule für Musik Detmold*

Die zunehmende Anzahl von Lehrangeboten bei gleichzeitiger Spezialisierung von Lehrstühlen führt zum Problem, dass für die Abdeckung der zahlreichen Lehrinhalte eine zunehmende Anzahl von Dozenten benötigt werden. Eine Finanzierung dieser Lehrkräfte ist jedoch oftmals nicht vorgesehen. Eine Lösung besteht in dem Angebot von Tele-Teaching-Kursen, bei denen ein Dozent nicht nur für seine eigene Klasse sondern auch Hörer an anderen Hochschulen, einen Kurs anbietet. Für den Kurs "Music Acoustics" wurde im Wintersemester 2014/15 erstmals ein solches Angebot realisiert, das Studierende des M.Sc. Studiengangs "Music Acoustics" sowie der Master- und Ph.D.-Studiengänge an der Chalmers Technical University in Göteborg an verschiedenen Standorten nutzten. Für die Übertragung wurde eine kombinierte Kamera/Mikrofoneinheit in Verbindung mit einem Notebook verwendet, und es wurden Inhalte von Tafel, Computer und anderen Medien sowie Experimente übertragen. Während des Unterrichts bestand die Möglichkeit zum Gespräch zwischen allen Teilnehmern. Einige Lehreinheiten wurden mitgeschnitten und den Studierenden auf einer Webseite zur Verfügung gestellt. Der Beitrag beschreibt das didaktische Konzept und erläutert Vor- und Nachteile dieser Methodik. Der Tele-Teaching-Lehransatz wurde als innovatives Projekt vom Netzwerk für Qualitätsmanagement und Lehrentwicklung der Hochschule für Musik Detmold gefördert.

Mittwoch

Lehre und Historie (Poster)

History of Strings with Horns: A Study OverviewPolina Zakharchuk*Hochschule für Musik Detmold*

This contribution presents a literature survey on hybrid string-horn instruments and sums up practical experiences of the people who experimented with their creation. The most famous example is the Stroh-violin, which was invented in 1899 by J. M. Augustus Stroh, along with the Phonofiddle and the Romanian Violara cu Goarna. In these musical instruments, vibrational energy of the strings is transferred via a membrane to the air enclosed in a horn, following the gramophone principle. These instruments had benefits over traditional ones in a mechanical sound recording because of their better sound projection and loudness. As the microphone recording technology developed more and more from 1930, the interest in them faded. Nevertheless, there are still the musicians who use the original Stroh-violins, and the ensembles who have newly

built the hybrid instruments for performances. There are many investigations done from the point of view of musicology, and many attempts are made to improve the instrument; the most recent research work on its acoustics was done in Le Mans, France, in 2014. This survey serves as a ground base for the further experimental research work on the development of Stroh-like instruments and is related to the DAGA contribution "Grammophon und Gesangsstimme".

Sitzung „Sprachverarbeitung II“

Mi. 14:00 Helsinki

Sprachverarbeitung II

Einfluss der Taschenfalten auf das akustische Signal beim huma- nen Kehlkopfmodell

Veronika Birk, Stefan Kniesburges und Michael Döllinger

UK Erlangen, Abt. Phoniatrie&Pädaud.

Der Einfluss der Taschenfalten wurde bisher anhand von synthetischen Modellen und exzidierten Kadaver-Hundekehlnköpfen sowie in-vivo am Menschen untersucht. Der Fokus lag hierbei auf aerodynamischen Effekten, wie dem glottalen Widerstand oder Strukturschwingungen. Alipour et. al. untersuchten den Einfluss von Taschenfalten auf das akustische Signal bei Hundekehlnköpfen hinsichtlich Schalldruckpegel und akustischem Spektrum. In unserer Studie konzentrieren wir uns auf die Stimmqualität, welche durch das Cepstral Peak Prominence (CPP) quantifiziert werden kann.

Die Messungen wurden an menschlichen, exzidierten Kadaver-Kehlnköpfen mit und ohne Taschenfalten durchgeführt. Der Kehlkopf wurde durch einen konstanten Luftstrom zur Phonation angeregt, wobei der subglottale Druck und das akustische Signal synchron aufgezeichnet wurden. Die Bewegung der Stimmlippen wurde durch eine Hochgeschwindigkeitskamera aufgezeichnet. Die Periodizität des akustischen Signals wurde mit Hilfe des CPP analysiert.

Unsere Ergebnisse bestätigen die aerodynamischen Effekte, wie die Reduktion des glottalen Widerstandes, welche bereits bei Hundekehlnköpfen beobachtet wurden. Darüber hinaus konnte ein reduziertes CPP für Messungen mit Taschenfalten beobachtet werden, was auf eine Qualitätsverringerung des akustischen Primärsignals und somit auf eine Störung der Periodizität der Stimmlippenschwingung hinweist. Dies ist möglicherweise das Resultat einer aerodynamischen Interaktion zwischen glottalem Jet und Taschenfalten.

Mi. 14:20 Helsinki

Sprachverarbeitung II**Analysis of Speech Rhythm for Language Identification Based on Beat Histograms**Athanasios Lykartsis^a, Alexander Lerch^b und Stefan Weinzierl^a^a TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^b Georgia Institute of Technology, Center for Music Technology (USA)

This paper presents the use of novel features for speech rhythm description and their evaluation in an automatic language identification (LID) task. Up to date, relatively few methods exist for the quantification of speech rhythm, usually requiring prior segmentation of the speech signal at the phoneme level. However, in the field of Music Information Retrieval (MIR), several approaches have been used for the representation and automatic extraction of the rhythmic content of music. We propose the use of the beat histogram for speech signals, which has been applied with some success for rhythm description in the task of musical genre classification. The method allows the extraction of multiple features concerning spectral, envelope temporal and tonal-related changes and periodicities in the speech signal. These features are used to train supervised machine learning algorithms (SVM, kNN) and tested against a baseline feature set in an LID task for one multilingual dataset. Results show that the proposed features can successfully describe rhythmic differences between languages, reaching a performance comparable to that of other current rhythm or prosody-based approaches for LID. The findings motivate further use and analysis of the features in the integration of speech rhythm analysis into description and LID frameworks.

Mi. 14:40 Helsinki

Sprachverarbeitung II**Auditory correlates of stimulus-induced variability in consonant perception**Johannes Zaar^a und Torsten Dau^b^a Technical University of Denmark; ^b Centre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark

The present study investigated the relation between consonant perception data and different auditory features of the corresponding stimuli. Consonant-vowel combinations (CVs) were presented to normal-hearing listeners in quiet and in white noise at six different signal-to-noise ratios. Using a multi-dimensional perceptual space, the relation between the responses obtained with the different stimuli was described by means of a perceptual distance measure. As expected, the largest perceptual distance was observed between stimuli of different phonetic identity. However, different speech tokens of the same phonetic identity also produced substantial perceptual distances. A smaller but still considerable perceptual distance was induced even by different masking-noise waveforms mixed with the same speech token. For speech perception modeling, it is crucial to understand how well the different levels

of stimulus-induced perceptual variability are represented by different auditory features. In an attempt to clarify this, the present study compared the perceptual distance to the distance between the corresponding auditory stimulus representations, using several models of the auditory periphery and higher-level processing for feature extraction. The suitability of the models for consonant perception modeling is discussed based on the agreement between the perceptual and the auditory feature domain.

Mi. 15:00 Helsinki

Sprachverarbeitung II

A Phase Reference for a Multichannel Wiener Filter by a Delay and Sum Beamformer

Simon Grimm

HTWG Konstanz

The multichannel Wiener filter (MWF) is a well-established multichannel noise reduction technique. For the application of speech quality improvement, the MWF estimates the speech component in one of the used microphone signals, which is called the reference microphone. In particular, with distributed microphone arrays the choice of the speech reference determines the broadband output signal-to-noise ratio (SNR). Recently, MWF approaches were proposed that combine the microphone signals to form a better speech reference, in order to improve the broadband output SNR. These techniques allow an arbitrary phase reference, because the phase of the estimated signal does not influence the output SNR. However, the phase of the MWF affects the linear distortion of the speech signal. Besides noise, reverberation of an acoustic system may degrade the speech quality. In order to improve the signal-to-reverberation-ratio (SRR), we propose a phase reference of the MWF, which is the phase of a delay-and-sum beamformer. This approach requires a time-difference-of-arrival (TDOA) estimate to align the signals properly. The phase of the aligned signals is used only as phase reference of the MWF. This approach does not influence the output SNR, but reduces reverberation.

Mi. 16:20 Helsinki

Sprachverarbeitung II

Weiterentwicklung und Evaluation eines Algorithmus zur SII-basierten Sprachverständlichkeitsverbesserung in störgeräusch-behafteter Umgebung

Jakob Drefs^a, Jan Rennies^b, Henning Schepker^c und Simon Doclo^c

^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie;* ^b*Fraunhofer IDMT;* ^c*CvO Universität Oldenburg, Signal Processing Group*

Kommunikation ist in Umgebungen mit einer lauten Hintergrundgeräuschkulisse häufig mit dem Problem einer schlechten Sprachverständlichkeit konfrontiert. Beispiele sind Lautsprecherdurchsagen an öffentlichen Plätzen wie Bahnhöfen oder Flughäfen und Mobiltelefonie an vielbefahrenen Straßen. In dieser Arbeit wurde ein von Schepker entwickelter Algorithmus zur Speech Intelligibility Index-basierten Sprachverständlichkeitsverbesserung weiterentwickelt und evaluiert. Dabei wurde eine adaptive Verstärkungsfunktion entworfen, die eine gezielte Übersteuerung bei minimalem Klangverlust vornimmt. Die dadurch erreichte Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes beträgt bis zu 7 dB. Für die Evaluation des neuen Algorithmus wurden zwei stationäre und ein instationäres additives Störgeräusch verwendet. In subjektiven Untersuchungen konnten für alle Störgeräusche signifikante Verbesserungen der Sprachverständlichkeit um bis zu 45% im Vergleich zum alten Algorithmus nachgewiesen werden. In dieser Arbeit wurde ferner der Einsatz des Algorithmus unter realen Bedingungen untersucht, in denen zur Verarbeitung des Sprachsignals eine Kenntnis des Störsignals notwendig ist. Dazu wurde ein Framework zur Simulierung eines Lautsprecher-Raum-Mikrofon-Systems angepasst, welches unter Einsatz eines Affine Projection-basierten akustischen Echokompensators eine Schätzung des Störsignals liefert. Der Vorverarbeitungsalgorithmus erwies sich dabei als relativ robust gegenüber Schätzungsfehlern.

Mi. 16:40 Helsinki

Sprachverarbeitung II

Ein blindes Modell zur Vorhersage der binauralen Sprachverständlichkeit

Christopher Hauth^a und Thomas Brand^b

^a CvO Universität Oldenburg; ^b CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Interaurale Unterschiede zwischen Ziel- und Störsignal führen zu niedrigeren Schwellen. Ein Modell für diese "Binaural Masking Level Difference" (BMLD) ist das Equalization Cancellation (EC) Modell (Dur-lach, 1963), das die interauralen Unterschiede zwischen beiden Ohren in Pegel und Laufzeit angleicht und das linke und rechte Ohrsignal so überlagert, dass der Signal-Rausch-Abstand (SNR) maximiert wird. Das EC Modell wurde bereits erfolgreich mit dem Speech Intelligibility Index (SII) kombiniert, um die verbesserte Sprachverständlichkeit bei räumlicher Separierung von Ziel- und Störquelle vorherzusagen (z.B. Beutelmann und Brand, 2010). Dieses binaurale Sprachverständlichkeitsmodell (BSIM) benötigt jedoch a-priori Wissen über Sprache und Rauschen, da der EC Mechanismus nur so den SNR maximieren kann. In dieser Studie wird ein blindes EC Modell vorgestellt, welches mit gemischten Signalen auskommt. Die Schätzung der interauralen Disparitäten wird durch die dominierende Quelle bestimmt. Für negative SNR ist dieses blinde EC Modell annähernd äquivalent zum bisherigen Modell. Für SNRs nahe 0 dB oder im positiven Bereich wird keine BMLD

vorhergesagt. Dies kann für räumliche Situationen mit und ohne Nachhall gezeigt werden. Zudem wird der SII durch die blinde Speech-to-Reverberation Modulation Ratio (SRMR) (Falk et al., 2010) ersetzt.

Mi. 17:00 Helsinki

Sprachverarbeitung II

Sprachverständlichkeit in räumlich symmetrischen binauralen Störgeräuschsituationen

Wiebke Schubotz^a, Thomas Brand^a und Stephan D. Ewert^b

^aCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'; ^bCvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all

Beim binauralen Hören helfen interaurale Phasen- und Intensitätsunterschiede (IPD, ILD) zwischen beiden Ohren, um Richtungen zu erkennen. Bei räumlicher Trennung von Zielsprecher und Störquelle (Maskierer) kann das die Sprachverständlichkeit stark verbessern. In räumlich symmetrischen Maskiersituationen mit frontalem Sprecher treten interaurale Unterschiede jedoch oft nur kurzzeitig in verschiedenen Frequenzbändern in der Form von "glimpses" auf. In dieser Studie wurden Sprachverständlichkeitsschwellen von normalhörenden Probanden mit symmetrischen Maskierern ($\pm 60^\circ$, 0°) und mit virtueller Akustik (head-related transfer functions, HRTF) gemessen. Die Zielsprache waren Sätze des Oldenburger Satztests [Wagener et al., Z. Audiol. 38 (3), 1999] bei 0° . Es wurden sechs verschiedene sprachbasierte Maskierer verwendet, deren Zeit- und Frequenzeigenschaften schrittweise vom sprachsimulierenden Rauschen hin zum Einzelsprecher verändert wurden. Die HRTFs wurden so manipuliert, dass entweder nur IPD, nur ILD oder die gesamte binaurale Information vorhanden war. Es wurde untersucht, wie sehr die verschiedenen Maskier- und HRTF-Konditionen die Unterschiede der Sprachverständlichkeitsschwellen bei $\pm 60^\circ$ und 0° beeinflussen. Darüberhinaus wurden die "glimpses" vom Ohr mit der jeweils geringeren Störgeräuschleistung ("better ear glimpse") zu einem monauralen Signal zusammengefügt, um zu untersuchen ob sich die binaurale Sprachverständlichkeit auch durch "better ear glimpsing" erklären lässt. Die empirischen Daten werden mit Vorhersagen eines binauralen Sprachverständlichkeitsmodells verglichen.

Mi. 17:20 Helsinki

Sprachverarbeitung II

DAGA-App: Konzeption und Nutzungsdatenanalyse der DAGA 2014

Sebastian Möller, Tilo Westermann und Stefan Hillmann

Quality and Usability Lab, TU Berlin

Zur Planung von und Orientierung auf Konferenzen erfreuen sich mobile Anwendungen auf Smartphones (Apps) zunehmender Beliebtheit. Zur DAGA 2014 und zur zeitnah veranstalteten DGA-Tagung in Oldenburg wurde von der TU Berlin eine native App für iOS und Android entwickelt, welche dem Nutzer neben dem Konferenzprogramm (inkl. Autoren- und Stichwortsuche) auch Zugriff auf die Abstracts sowie lokale Informationen liefert. Diese App wurde auf den beiden Konferenzen von insges. 753 Teilnehmern genutzt.

Im Vortrag wird zunächst die Konzeption und die Realisierung der App vorgestellt, welche nun als Open-Source-Variante auch für weitere Konferenzen zur Verfügung steht. Anschließend werden Nutzungsdaten analysiert, welche Hinweise auf das Nutzungsverhalten liefern. Abschließend werden Möglichkeiten beleuchtet, die App mit Sprachinteraktionsmöglichkeiten auszustatten, z.B. durch Integration von Text-to-Speech oder durch Anbindung von Sprachinteraktionsportalen.

Sitzung „Lärmentstehung und -ausbreitung II“

Mi. 8:40 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung II

Nationale Umsetzung der harmonisierten Bewertungsmethoden für die EU-Umgebungslärmrichtlinie

Julia Müller

Umweltbundesamt

Zur Verbesserung der Lärmsituation in Europa hat die EU im Jahr 2002 die Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EG) erlassen. Sie wurde 2005 in deutsches Recht umgesetzt. Ziel ist es, den Umgebungslärm zu vermindern und in bisher ruhigen Gebieten einer Zunahme des Lärms vorzubeugen. Dazu soll die Belastung in Lärmkarten erfasst und dann durch konkrete Maßnahmen gemindert werden. Die Ermittlung der Lärmbelastung soll zukünftig nach EU-weit einheitlichen Bewertungsmethoden erfolgen. Diese Methoden hat die EU unter Beteiligung der Mitgliedsstaaten in den vergangenen Jahren unter dem Akronym CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods for Europe) entwickelt; die fachlichen Arbeiten wurden Mitte 2014 erfolgreich beendet. Die neuen Bewertungsmethoden sollen nunmehr durch eine Änderung des Anhangs II der EU-Umgebungslärmrichtlinie eingeführt und ab dem 01.01.2019 von allen Mitgliedsstaaten verpflichtend angewendet werden. Die derzeitigen Überlegungen zur nationalen Umsetzung von CNOSSOS-EU werden vorgestellt. Dabei werden fachliche Aspekte des Umsetzungsprozesses und daraus resultierende Fragestellungen und Lösungsvorschläge dargestellt. Es wird sowohl auf die für die Lärmberechnung erforderlichen Daten als auch auf die Interpretation spezieller Fachfragen eingegangen.

Mi. 9:00 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung II

Mit Hochhausfassaden den akustischen Stadtraum gestalten

Jochen Krimm und Holger Techen

Fachhochschule Frankfurt am Main

Das Potential mit Hochhausfassaden Einfluß zu nehmen auf den Lärmbeitrag und die daraus resultierende akustische Stadt-Raum-Situation wird nicht genutzt. Haben doch Messungen in Frankfurt gezeigt, daß der Abriss eines Hochhauses, also die Wegnahme von Reflektionsflächen, Pegeländerungen von bis zu 8 dB im Stadtraum zur Folge haben kann (Akustische Fassaden, Techen, H., Krimm, J., Daga 2014, Tagungsband S846-847). Basierend auf der Annahme das durch eine Manipulation

der Fassadenoberflächen der Lärmeintrag gemindert oder transformiert werden kann wurden Fassadenkonstruktionsvorschläge als Mock-Ups im Maßstab 1:2 und 1:50 gebaut und hinsichtlich ihres akustischen Verhaltens untersucht. Mit skalierten Impulsmessungen wird das Reflexionsverhalten der Fassaden dokumentiert. Dies zeigt auf mit welchem Aufwand sich eine akustisch wirksame Fassade mit aktuellen Konstruktionselementen darstellen lässt.

Mi. 9:20 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung II

Reflexion von Lärmschutzwänden - Messungen im akustischen Fernfeld

Heinz Hoislbauer

TAS SV-GmbH, Linz (A)

Zur Ermittlung der Schallreflexion von Lärmschutzwänden gibt es unterschiedliche Verfahren, wie z. B. die Hallraummethode gemäß EN 1793-1 mit Messung der Nachhallzeit mit und ohne Prüfkörper im Diffusfeld des Hallraums als auch eine Korrelationsmessmethode mit der Berechnung von Impulsantworten gemäß CEN/TS 1793-5 (Adrienne-Methode) unter gezielter Beschallung vor Ort im akustischen Nahbereich (25 cm Abstand) der Lärmschutzwand. Beide Methoden liefern unterschiedliche Ergebnisse. Eine zentrale Frage, die sich schon seit einigen Jahren stellt, ist, wie die Schallreflexion von Lärmschutzwänden im akustischen Fernfeld, welches für immissionsseitige Betrachtungen von Interesse ist, wirkt. Hierfür wurde im Zuge des Forschungsprojekts REFLEX eine spezielle Messanordnung entwickelt, welche es gestattet, die Schallreflexion von Lärmschutzwänden unter gezielten Bedingungen im akustischen Fernfeld (bis zu 25 m Entfernung zur Lärmschutzwand) zu messen. Das Forschungsprojekt REFLEX wurde vom Austrian Institute of Technology (AIT) und der Firma TAS im Auftrag von Infrastrukturbetreibern (ASFINAG und ÖBB), Bundesministerien (BMVIT und BMFLUW), sowie von 5 Bundesländern und 8 unterschiedlichen Lärmschutzwandherstellern zwischen 2013 und 2014 durchgeführt. Der Messaufbau und die Vorgehensweise bei den Messungen werden näher erläutert. Ergebnisse von Messungen an unterschiedlichen Lärmschutzwand-Typen werden dargestellt und mit den bisherigen Messverfahren (Hallraum, Adrienne) verglichen.

Mi. 9:40 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung II

Streukörper auf Lärmschutzwand

Michael Chudalla

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Lärmschutzwände könnten wesentlich effektiver sein, wenn es den Beugungseffekt nicht gäbe. Leider ist die Physik nicht auszuschalten. Ist eine Kante vorhanden, gibt es auch Beugung. Aber vielleicht kann man der Beugung mit einem anderen physikalischen Effekt begegnen. Unter Zuhilfenahme von Streukörpern wird versucht, den Beugungseffekt an

einer Lärmschutzwand zu reduzieren. Erste Ergebnisse von Simulationen mit der Boundary-Element-Methode werden dargestellt.

Mi. 10:00 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung II

Forschungsprojekt REFLEX - Vergleich der Schallabsorptionsmessung von Lärmschutzwänden nach Hallraum- und in-situ-Verfahren

Marco Conter und Reinhard Wehr

AIT Austrian Institute of Technology

Das Forschungsprojekt REFLEX wurde vom Austrian Institute of Technology (AIT) und der Firma TAS im Auftrag von Infrastrukturbetreibern (ASFINAG und ÖBB), Bundesministerien (BMVIT und BMFLUW), sowie von 5 Bundesländern und 8 unterschiedlichen Lärmschutzwandherstellern zwischen 2013 und 2014 durchgeführt. Das Hauptziel des Projektes war die Untersuchung der Reflexionseigenschaften von Lärmschutzwänden im Nah- und Fernfeld. In diesem Vorhaben wurde der Zusammenhang von Labor-, Nah- und Fernfeldmessmethoden sowie Simulationen zur Beschreibung des Absorptionsverhaltens von Lärmschutzwänden untersucht. Die Ergebnisse der Labormethode nach EN 1793-1 wurden von den Herstellern geliefert, während zur Messung der in-situ Eigenschaften ein eigener Prüfstand errichtet wurde. Die Messungen wurden nach CEN/TS 1793-5 sowie nach der im EU Projekt QUIEST entwickelten Methode durchgeführt, die voraussichtlich in die zukünftige EN 1793-5 einfließen wird. Alle Einzahlangaben wurden nicht nur mit dem Straßenverkehrsspektrum nach EN 1793-3 sondern auch mit dem standardisierten Schienenverkehrsspektrum nach FprEN 16272-3-2 berechnet. Dieses Paper wird insbesondere das Thema der Korrelation zwischen Hallraummethode den beiden Nahfeld-in-situ-Methoden behandeln. Andere Aspekte dieses Projektes, wie die Vergleiche zwischen Messungen und Simulationen und zwischen Nahfeld- und Fernfeldmessungen, werden in weiteren Fachkonferenzen präsentiert.

Mi. 10:20 Prag

Lärmentstehung und -ausbreitung II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind

(s. nächste Seite)

Sitzung „Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 10:20 / Prag, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)

Hört man bei 8 Hz? Nachweis einer Erregung des primären auditiven Cortexes durch Infraschall mit Hilfe von fMRT und Magneto-encephalographie

Christian Koch^a, Martin Bauer^a, Simone Kühn^b, Robert Kühler^c, Tillmann Sander-Thömmes^a und Albrecht Ihlenfeld^a

^aPhysikalisch-Technische Bundesanstalt; ^bMax-Planck-Institut für Bildungsforschung; ^cPhysikalisch-Technische Bundesanstalt, Arbeitsgruppe 1.61 - Hörschall

Die Emission von Infraschall nimmt, insbesondere auch durch den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Windkraft oder Erdwärme zu. Die Mechanismen der Wahrnehmung und die Wirkung auf das Gehör sind nach wie vor nur unvollständig verstanden, was die Beurteilung einer Lärmexpositionssituation oder die Definition von Obergrenzen sehr erschwert. In einem durch die Europäische Union im Rahmen des European Metrology Research Programme (EMRP) geförderten Projekts wurde deshalb untersucht, welche Reaktionen im Gehirn durch Infraschall ausgelöst werden. Mit Hilfe der funktionalen Magnetresonanztomographie (fMRT) konnte bei Beschallung mit überschwelligen Schallpegeln einer eigens entwickelten Quelle bis zur niedrigsten präsentierten Frequenz von 8 Hz mit hoher Signifikanz eine Hirnreaktion im auditiven Cortex nachgewiesen werden. Es deutete sich auch an, dass die Aktivität bei 20 Hz ein Minimum erreicht und mit weiter sinkender Frequenz sogar wieder stärker wird. In einem weiteren Experiment wurden dieselben Testpersonen mit der Methode der Magnetoenzephalografie untersucht. Es konnten dabei Hirnströme bis zu einer Frequenz von 20 Hz nachgewiesen werden, bis 8 Hz waren Hinweise zu erkennen. Mit Hilfe eines Modells wurde die Lage der Dipole im Bereich des primären auditiven Cortexes lokalisiert. Damit stehen nun Methoden zur Verfügung, mit denen Schwellwerte für eine Hirnreaktion als objektive Beurteilungsmöglichkeit bestimmt werden können.

Mittwoch

Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)

Auswirkung von Lärmschutzmaßnahmen auf die subjektive Wahrnehmung von Eisenbahnlärm

Thomas Maly^a, Christian Kaseß^b und Holger Waubke^b

^aTU Wien, IEW; ^bÖsterr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung

Der A-bewertete Schalldruckpegel wird häufig als Beurteilungsgröße für Geräuschsituationen herangezogen (Normen, Vorschriften, etc.), jedoch spiegelt dieser Pegel die subjektive Wahrnehmung im Allgemeinen nur bedingt wieder. In vorliegendem Beitrag wird daher das Lärmempfinden

von Menschen hinsichtlich verschiedener, schienenfahrzeuginduzierter Schallimmissionen genauer untersucht.

Im Kern der Betrachtungen wurde für konventionelle und lichtraumnahe Lärmschutzwände, sowie für Schienenstegdämpfer der Frage nachgegangen, wie die spektralen Änderungen und die empfundene Lästigkeit zusammenhängen. Zu diesem Zweck wurden mit binauraler Messtechnik (Kunstkopfmesssystem) akustische Aufzeichnungen von Zugsvorbeifahrten angefertigt. Um die Wirkung der betrachteten Lärmschutzmaßnahmen ohne weitere aufwändige Messungen realitätsnahe nachstellen zu können, wurde gegenüber einer Freifeldausbreitung die durch die Lärmschutzmaßnahmen verursachten spektralen Veränderungen durch Simulation und aus bereits vorliegenden Messdaten abgeschätzt. Aus den erfassten Geräuschesituationen wurden für Güter- und für Personenzüge repräsentative Hörproben extrahiert, die spektrale Verteilung entsprechend der akustischen Wirkung der Lärmschutzmaßnahmen geändert und der Schalldruckpegel variiert. Diese Stimuli stellten die Basis für die Wahrnehmungstests dar, in welchen durch 40 Probanden sowohl die Wahrnehmbarkeitsschwelle der Lästigkeit bei einer Pegeländerung ermittelt, wie auch die empfundene Lästigkeit der verschiedenen, manipulierten Proben beurteilt wurden. Der Vergleich der Lästigkeiten mit Schalldruckpegeln, wie auch mit anderen psychoakustischen Parametern ermöglichte es, Aussagen über Abbildungseigenschaften von Schalldruckpegel zu treffen und mit alternativen Bewertungsansätzen zu vergleichen.

Mittwoch

Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)

Erreichbares Lebensalter bei Kombinationsbelastungen mit Lärm

Karl Ross

Würzburg

Extrem-Lärm durch Extrem-Straßen-Verkehr wirkt in vielen Kommunen auf Menschen. Dieser Lärm ist besonders kombiniert mit Feinstaub, Nanopartikeln und Stickoxiden. Besonders unter diesem Gesichtspunkt wurde recherchiert, ob Langlebigkeit erreichbar ist. Bislang wurden 12.000 Todesfallaufzeichnungen durchgesehen. Besonders Beruf, Umwelt und Umwelt wurden Langlebigkeitsfällen zugeordnet.

Ergebnisse z. B.:

- Es ist im 1%-Bereich möglich, 100 Jahre oder älter zu werden, wenn dauernd lärmfrei und reinluftgemäß gelebt wird.
- Das direkte, dauernd ungeschützte Anwohnen an Extrem-Wohn-Bundesstr. (mit überwiegend Start- und Stopp-Verkehr, z. B. in Tallagen-Stadt, ab 40.000 Kfz, darunter 7.000 Lkws täglich) verringert das maximal erreichbare Lebensalter um bis über 15 Jahre.
- Gemäß dem Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages (Pet 1-17-12-912-011009, letzte Seite, vom 21.02.2012) können aber derartige extreme Zusatzbelastungen von Städten eigenverantwortlich deutlich reduziert werden.

Mittwoch

Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)

Aktive Schalldämpfung für Mittel- und HochspannungstransformatorenArndt Niepenberg^a und Detlef Krahé^b

^a WaveScape Technologies GmbH; ^b Bergische Universität Wuppertal
Viele elektrische Anlagen wie zum Beispiel Transformatoren und Kompen-sationsspulen erzeugen Geräusche, die un-erwünscht sind. Für die wirkungsvolle Geräuschunterdrückung empfehlen sich neben passiven Maßnahmen wie Einhausungen vor allem wegen des harmonischen Charakters der Betriebsgeräusche auch aktive Technologien. Ein Anwendungsbeispiel zeigt den Praxisnutzen: Das Brummen einer Trafostation konnte durch ein nachträglich installiertes "Active Noise Reduction"-System (ANR) um bis zu 20 dB reduziert werden. Die Fläche hinter Wetterschutzgittern, durch die der Schall aus dem Transformatorenhaus nach außen dringt, wurde dazu durch eine Art Regalsystem in viele kleinere Flächen unterteilt. In jeder einzelnen Teilfläche wurde ein Gegenschallsystem platziert, so dass die durch diese Teilfläche hindurch tre-tende Schallwelle gedämpft wird. Die Gegenschallsysteme sind dabei nicht miteinander vernetzt. Jedes System erzielt unabhängig von den anderen Systemen eine lokale Dämpfung des Primärschalls, so dass die Gesamtlösung äusserst flexibel gestaltet werden kann. In dem Vortrag werden Messergebnisse und Erfahrungsberichte aus der Praxis präsentiert. Zudem wird ein Ausblick auf weitere Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens wie beispielsweise in raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) gegeben.

Mittwoch

Lärmentstehung und -ausbreitung (Poster)

Untersuchungen zur Geräuschbelastung in Speise- und Trinkloka- lenGerhard Krump^a, Heinz Hoock^b und Sarah Müller^a

^a Techn. Hochschule Deggendorf; ^b hoock farny ingenieure, Landshut
Lärm ist für die Bevölkerung in Deutschland eine der am stärksten emp-fundenen Umweltbeeinträchtigungen und kann zu enormen gesundheit-lichen Schädigungen führen. Es steigt das Risiko für körperliche Stress-reaktionen wie Bluthochdruck, Herzkrankheiten und psychische Erkran-kungen. Diese Reaktionen können bereits bei niedrigen, nicht gehör-schädigenden Schallpegeln auftreten. Wer in der Umgebung von Bars, Musikpubs, Restaurants und Gaststätten wohnt, ist davon oft besonders betroffen. Um die in Speise- und Trinklokalen vorherrschenden Schall-druckpegel festzustellen und Aussagen zu den damit verbundenen Lär-memissionsbelastungen für die Nachbarschaft zu erhalten, wurden im Jahr 2014 Schallpegelmessungen in 25 Speise- und Trinklokalen im

Raum Landshut durchgeführt. Gemessen wurde sowohl der Mittelungspegel L_{Aeq30m} als auch der innerhalb von 30 Min. auftretende Maximalpegel. Es wurden Einflüsse von Lokalgröße, Alter des Publikums, Ausstattung sowie Besetzungsgrad auf die vorherrschenden Pegelverhältnisse untersucht. Ebenso wurden Typisierungen in Speise- und Trinklokale vorgenommen und Korrelationen zum gemessenen Schallpegel sowie zum subjektiven Lautstärkeeindruck ermittelt. Die Ergebnisse werden für alle Lokale einzeln dargestellt.

Sitzung „Musikinstrumente - relevante akustische Merkmale“

Mi. 14:00 Prag

Musikinstrumente

Vergleichende Untersuchungen zu Timbre Space Studien

Saleh Siddiq^a, Christoph Reuter^a, Isabella Czedik-Eysenberg^a und Dennis Knauf^b

^aUniversität Wien, Musikwissenschaftliches Institut; ^bTU Wien

Hintergrund: Timbre Spaces (TS) sind Modelle zur Darstellung (musikalischer) Klangfarbenbeziehungen in räumlichen Distanzverhältnissen. Diese haben sich seit den 1970er Jahren aufgrund ihrer Anschaulichkeit in der Musikalischen Akustik und Systematischen Musikwissenschaft fest etabliert.

Der Vergleich mehrerer TS verdeutlicht, dass die bestehenden TS inkonsistent sind (Siddiq, Reuter, Czedik-Eysenberg 2014). Wahrscheinlich ist hierfür das von Studie zu Studie sehr unterschiedliche Klangmaterial verantwortlich. Bisher wurden stets kurze, (re-)synthetisierte Instrumentalklänge auf nur einer einzigen Tonhöhe verwendet.

Fragestellung: Es fragt sich, ob ein die Stimuli verschiedener Studien zusammenfassender Meta TS eher ein heterogenes Bild zeichnet oder sich mit den Aussagen der einzelnen TS in Einklang bringen lässt.

Methode: Auf Basis der Stimuli von Grey (1975), Krumhansl (1989), McAdams et al. (1995) und Klängen der Vienna Symphonic Library (VSL) wurden in einer Wahrnehmungsstudie subjektive Ähnlichkeitsmatrizen ermittelt, aus denen durch multidimensionale Skalierung (MDS) ein Meta TS errechnet wurde, der erstmals die Klänge verschiedener TS in einen gemeinsamen Kontext stellt.

Ergebnisse: Es zeigen sich kaum instrumententypische Cluster, sondern klare Stimuli-Set-Cluster. Offenbar sind die Unterschiede im Klangmaterial von Studie zu Studie größer als zwischen den einzelnen Instrumentenklängen, wodurch potentielle Instrumentalklangfarbenunterschiede sehr viel weniger ins Gewicht fallen.

Mi. 14:20 Prag

Musikinstrumente

Kopplungen zwischen den Resonatoren von einem Glockenspiel
Judit Angster^a, Nadine Kotzur^a, Zlatko Dubovski^a, Philip Leistner^a und András Miklós^b^aFraunhofer-Institut für Bauphysik; ^bSteinbeis Transferzentrum Angewandte Akustik, Stuttgart

Am Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) werden Klangoptimierungen an einem Orchester-Glockenspiel durchgeführt. Ein ausgereiftes Musikinstrument zeichnet sich dadurch aus, dass die Klangfarbe und der Abklingvorgang der aufeinanderfolgenden Klänge verschiedener Tonhöhen ausgeglichen sind. Dies führt zu einem einheitlichen Gesamtklang, der von den Zuhörern als wohlklingend empfunden wird. Beim Glockenspiel entwickelt sich der Klang in einem Resonator-Klangplatten-System. Es fiel ein Abweichen von dem Idealbild des in sich stimmigen Gesamtklangs auf, da verschiedene Resonatoren die Töne unterschiedlich verstärken. Damit das Instrument diese Kriterien erfüllen kann, wurde das, aus Resonatoren und Klangplatten bestehende System analysiert. Zuerst wurden einzelne Resonatoren, dann Klangplatten einzeln untersucht. Danach wurde das System aus Klangplatte und Resonator analysiert. Abschließend wurde das System des kompletten Glockenspiels betrachtet. Durch die, zwischen den Resonatoren auftretenden Kopplungen wird die Funktionsweise des Instruments deutlich beeinflusst. Diese Kopplungen werden hier näher untersucht.

Mi. 14:40 Prag

Musikinstrumente

Flow-Acoustic Interactions in ResonatorsSepideh Marashi^a, Andreas Richter^b und Steffen Marburg^a^aUniversität der Bundeswehr München; ^bTU Bergakademie Freiberg
In flue-like instruments, the tonal sound is generated due to non-linear flow-acoustic interactions. The production and absorption of sound occurs when the energy of the vortical flow converts to the acoustical energy and vice versa. This paper reports the ongoing research and available methods on the flow-acoustic feedback phenomenon. Furthermore, a two-dimensional test case for studying the sound generation in a flue-like instrument is presented, and first results of the oscillating behavior of the instrument are shown. For this purpose, compressible Navier-Stokes equations are solved in the time domain and linear acoustics are considered in the frequency domain. Finally, general effects of flow-sound interactions are discussed.

Mi. 15:00 Prag

Musikinstrumente

Sound Radiation Pattern of the Sheng Pipes

Wei Kuang^a, Judit Angster^a, Zlatko Dubovski^a, Philip Leistner^a, Jun Yang^b und András Miklós^c

^a *Fraunhofer-Institut für Bauphysik; b Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing; c Steinbeis Transferzentrum Angewandte Akustik, Stuttgart*

Framed by a common research program of Chinese Academy of Sciences and of the Fraunhofer Gesellschaft, a cooperation project on the acoustics of Chinese and European wind instruments has been established. The sound radiation pattern of the sheng, which is a traditional Chinese mouth organ with lingual pipes, was investigated by a microphone array system in a semi-anechoic room. Near field sound pressure measurement of 4 selected sheng pipes were taken around the complete sheng in every 30 degrees. The active intensity distribution in horizontal and vertical directions was analyzed in different frequency ranges. For comparison, 2 individual sheng pipes and 4 individual labial organ pipes were also investigated in the same way. The radiation pattern of the first several harmonics is different and it depends on the physical structure of the pipe and the scattering objects around. The results of this paper provide a better understanding of the sound directivity pattern of the sheng and can be applied as a reference in further objective and subjective experiments.

Mi. 15:20 Prag

Musikinstrumente

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (S. 246)

Mi. 16:40 Prag

Musikinstrumente

Die Entwicklung neuartiger Zungenpfeifen für den Orgelbau

Andreas Gloos^a, Judit Angster^a und András Miklós^b

^a *Fraunhofer-Institut für Bauphysik; b Steinbeis Transferzentrum Angewandte Akustik, Stuttgart*

Zungenpfeifen sind Klangkörper, welche zur einmaligen Klangvielfalt von Orgeln beitragen. Unerlässlich für die Funktion dieser Pfeifenart ist ein gekrümmtes Metallblättchen, das als Zunge bezeichnet wird und sich über der Öffnung eines zylindrischen Hohlkörpers befindet. Wird die Zunge von einem Volumenstrom umströmt, so beginnt diese zu schwingen. Auf diese Weise findet ein Wechselspiel zwischen Öffnen und Schließen der unter der Zunge liegenden Öffnung statt. Die hierdurch entstehenden Druckpulse generieren den Klang der Pfeife. Ausschlaggebender Parameter für das Funktionieren dieser Pfeifenart ist die Form der Zungenkrümmung. Um diese anzufertigen, übt ein speziell ausgebildeter Orgelbaufachmann mit einem Stahlwerkzeug örtlich gezielt Druck auf die Zungenoberfläche aus. Diese Materialverdichtung führt zu der notwendigen Zungenverformung. Jedoch gelingt nur selten eine Zungenkrümmung so, dass die Pfeife mit dem gewünschten

Klang erschallt. Mehrmals muss deshalb die Pfeife zerlegt werden, um Korrekturen an der Zungenform vorzunehmen. Erschwert wird diese Arbeit durch stärke- und lieferabhängige Materialeigenschaftsschwankungen des Zungenwerkstoffs. Aufgrund dieser Gegebenheiten ist die Herstellung von Zungenpfeifen sehr teuer und aufwendig. In diesem Vortrag werden neuartige Zungenpfeifenkonstruktionen vorgestellt, bei denen die Vorteile der traditionellen Bauweise mit neuen Ansätzen vereint werden. Gleichwohl findet eine Darstellung und Interpretation der akustischen Eigenschaften dieser neuartigen Klangkörper statt.

Mi. 17:00 Prag

Musikinstrumente

Evaluation verschiedener experimenteller Ansätze zur Charakterisierung der Materialeigenschaften von MusikinstrumentenMalte Kob und Timo Grothe*Hochschule für Musik Detmold*

Für die Charakterisierung der Wirkung von Baumaterialien auf die Resonanzenschaften akustischer Musikinstrumente sind neben Frequenz und Amplitude der Resonanzen im fertigen Instrument auch die Dämpfungseigenschaften von Membranen und Decken von Bedeutung. Neben konstruktionsbedingten Energieverlusten durch Abstrahlung und Transmission in angrenzende Strukturen ist auch die materialspezifische Dämpfung für den Instrumentenbau insbesondere für den transientes Klang relevant. In diesem Beitrag wird ein Vergleich verschiedener Methoden zur Ermittlung der dynamischen Material- und Strukturmäßigkeiten von Musikinstrumenten vorgenommen. Wir stellen unterschiedliche experimentelle Verfahren zur Ermittlung der Dämpfung und Elastizität von Materialien vor und diskutieren ihre Anwendbarkeit für die Beurteilung der Resonanzenschaften von Instrumenten. Die Auswertung des resonanzspezifischen logarithmischen Dekrements oder der äquivalenten Nachhallzeit wird anhand herkömmlicher optischer, elektromagnetischer oder piezoelektrischer Sensoren sowie des neuartigen Verfahrens der Stereophotogrammetrie hinsichtlich ihres Nutzens in der Praxis verglichen.

Mi. 17:20 Prag

Musikinstrumente

Relevante Einflüsse der Holzqualität der Böden von Gitarren und Celli auf die akustischen Eigenschaften der InstrumenteGunter Ziegenhals*Institut für Musikinstrumentenbau e.V., Klingenthal*

Die wesentliche Zielstellung der hier beschriebenen Arbeiten bestand darin, die Bodenholzeigenschaften herauszufinden, die einen nachweisenlichen Einfluss auf die akustischen Eigenschaften von Gitarren und Celli ausüben, die Art und Weise des Einflusses zu bestimmen und, wenn möglich, Gut-Bereiche für diese Eigenschaften und damit für die Holzauswahl anzugeben. Der Lösungsansatz bestand in der Herstellung und

Untersuchung jeweils baugleicher Instrumente, für die zum einen Bodenrohlinge verschiedener Materialien mit einer möglichst großen Variationsbreite der elastomechanischen Eigenschaften zum anderen Deckenmaterialien mit möglichst ähnlichen Parametern ausgewählt wurden. Infolge des typischen Materialeinsatzes fällt die Varianz hinsichtlich der Materialparameter der Böden bei Gitarren deutlich breiter als im Falle des Cellos aus, was auch für die Proben im Rahmen des Projektes zutraf. So ist es letztlich nicht verwunderlich, dass für Gitarren konkrete Einflüsse der Bodenmaterialien inklusive deren Tendenzen angegeben werden können, während im Cello-Fall nur ein Einfluss an sich sichtbar wird. Bei Gitarren liegt die Bedeutung der Bodenmaterialparameter durchaus im Bereich der Deckeneinflüsse. Im Vortrag wird vorrangig auf die Untersuchungen zu Gitarren eingegangen.

Sitzung „Musikinstrumente - relevante akustische Merkmale (Poster)“

Kurvvorträge: Mi. 15:20 / Prag, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Musikinstrumente (Poster)

Hochgeschwindigkeits- Stereophotogrammetrie eines Klingenden Stabes

Timo Grothe^a, Rainer Barth^b, Malte Kob^a und Jörn Jaschinski^b

^a Hochschule für Musik Detmold; ^b TU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

Die Stereophotogrammetrie ist ein optisches Abstandsmessverfahren. Dabei werden die 3D-Koordinaten eines beliebigen Messpunktes auf einer Körperoberfläche aus Pixeldaten von zwei Kameras berechnet, die unter bekannten Winkeln auf den Körper gerichtet sind. Wenn die Oberfläche bewegt wird, lässt sich so aus Bilderserien der dreidimensionale Pfad des Messpunktes als Funktion der Zeit bestimmen. Im Gegensatz zu anderen berührungslosen Messverfahren, wie z.B. der Lasertriangulation oder Laser-Doppler-Vibrometrie, können mehrere Messpunkte simultan erfasst werden. Betriebsschwingformen liegen direkt nach einmaliger Anregung vor und müssen nicht aus der phasenrichtigen Kombination mehrerer Einzelpunktmessungen erstellt werden.

Für die Analyse transienter Musikinstrumentenschwingungen erscheint dies als entscheidender Vorteil: Strukturschwingungen können im realen Spielzustand gemessen werden, z.B. während ein Musiker das Instrument spielt. Die Eignung des Verfahrens muss für die konkrete Messaufgabe festgestellt werden: Orts- und Zeitauflösung sowie Messdauer hängen voneinander ab und sind durch die Kamera-Sensorgröße, durch den Abstand zwischen Messobjekt und Kameras und den Abstand zwischen den Kameras, durch die Speichergeschwindigkeit und -größe, durch die Größe des Messfelds und durch die Ausleuchtung des Messobjektes bestimmt.

Wir präsentieren hier eine Machbarkeitsstudie an einem Klingenden Stab *Sonor Double Bass Chime Bar* in A ($f_0 = 110$ Hz).

Sitzung „Elektroakustik II“

Mi. 9:00 Budapest

Elektroakustik II

Audio-Leistungsverstärker mit invertierendem GegenkopplungskonzeptDrazenko Sukalo*DSLab-Device Solution Laboratory*

In klassischer Feedback-Theorie wird eine Leerlaufverstärkung, welche wesentlich grösser als eine Sollverstärkung ist, auf die Sollverstärkung "reduziert". Der Differenzbetrag genannt Überschussverstärkung kommt einer Parameter-Stabilisierung sowie der Distorsionsverringerung zu gute. Im invertierenden Gegenkopplung-Konzept dagegen bewirkt eine maximale lokale Gegenkopplung eine Verstärkung gleich eins. Die Verstärkung ist nun kleiner als die Sollverstärkung und wird durch eine globale Gegenkopplung "angehoben"- daher die Bezeichnung "invertierende Gegenkopplung". Im Beitrag wird die Technik aufgezeigt, ein solcher Leistungsverstärker im Frequenzbereich untersucht und daraus die Rückschlüsse auf Distorsion- und Stabilitätsverhalten hergeleitet.

Audio power amplifier with inverting negative feedback concept:

In the classic feedback theory is an open-loop gain (that is substantially greater than a required gain) "reduced" to the target gain. The difference called "surplus-gain" contributes a stabilization parameters and the distortion reduction. In inverting negative feedback concept, however, a maximum local negative feedback causes a gain equal to one. The gain is less than the target gain, and will be "lifted" by a global negative feedback, from where the feedback type is designated by the term "inverting negative feedback". In the article are the feedback-concept demonstrated and the behavior in the frequency domain investigated. Therefrom are derived the conclusions to distortion- and stability properties.

Mi. 9:20 Budapest

Elektroakustik II

Anpassbarer Fernsehton für Hörgeschädigte über HbbTV 2.0Michael Weitnauer und Sebastian Goossens*IRT GmbH*

Die technischen Möglichkeiten des kommenden HbbTV 2.0 Standards ermöglichen unter anderem die synchrone Wiedergabe von IP Audiostreams zum DVB Video. Dieses Feature eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten wie das Bereitstellen von speziellen Audiofassungen für Hörgeschädigte, für die im normalen DVB Stream nicht genug Bandbreite zur Verfügung steht. Somit kann ein Benutzer nicht nur eine Clean Audio Fassung über den IP Übertragungsweg abrufen, sondern sogar aus vielen verschiedenen diejenige auswählen, die seinen individuellen Ansprüchen gerecht wird. Im Rahmen des EU-geförderten Projektes HBB4ALL wird ein solcher Pilot speziell für Hörgeschädigte realisiert, der sich in den HbbTV 2.0 Produktionsablauf einbinden ließe. Die Zielgruppe umfasst hier sowohl Hörgeschädigte mit Hörgerät als auch Betroffene ohne

Hörhilfe, die nur eine leichte bis mittlere Hörschädigung haben. Durch eine spezielle Frequenz-, Dynamik- und bzw. oder Mischungsverhältnis-Bearbeitung der fertig produzierten Eingangssignale (Stereo oder 5.1) werden verschiedene Fassungen erstellt, die je nach Art der Schädigung eine bessere Sprachverständlichkeit ermöglichen soll. Art und Umfang der Bearbeitung wurde in Hörversuchen festgelegt. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die aktuellen Entwicklungen der Arbeit.

Mi. 9:40 Budapest

Elektroakustik II

Vertikale Feldausbreitung von induktiven Höranlagen

Hannes Seidler

TU Dresden, Fak. Medizin / HNO

Zur Verbesserung des Nutz-/Störsignalabstandes in Räumen mit elektroakustischer Beschallung werden Höranlagen zunehmend wichtiger, vor allem um Personen mit Höreinschränkungen ein besseres Verstehen zu ermöglichen. Oft befinden sich mehrere versorgte Räume in unmittelbarer Nähe. So können sich die gewünschten magnetischen Felder gegenseitig stören.

Zur Minderung und Begrenzung der horizontalen Feldausbreitung dienen Anlagensysteme in Form von Flächenstrahlern (phased array, low overspill system, super loop system). Der vertikalen Ausbreitung wird meist wenig Beachtung geschenkt, obwohl in Hochschulen, Kinos oder Kongresszentren auch eine Störung in dieser Richtung unerwünscht ist. Der Beitrag widmet sich diesem Thema von zwei Seiten: Zum einen in theoretischen Berechnungen anhand von marktüblichen Simulationsmodellen. Demgegenüber stehen Messungen in realisierten Objekten. Es wird gezeigt, dass die Feldausbreitung durch die Art der Decke erheblich beeinflusst wird aber auch im Vorfeld der Baumaßnahme abschätzbar ist. Man kann davon ausgehen, dass ein störender Empfang bei stahlarmen Decken bis zur Höhe der dreifachen Schleifenbreite zu erwarten ist.

Mi. 10:00 Budapest

Elektroakustik II

Error-Analysis and Optimization of Distributed Microphone-Arrays for Advanced Multichannel Signal-Processing

Christopher Willuweit, Jan Wellmann, Stephan Gerlach und Stefan Goetze

Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie

Real life applications in large scale audio-monitoring scenarios such as smart cities require cost-efficient high-performance audio-hardware that can be used on existing data infrastructure. Advanced multichannel signal-processing applications, for example beamforming and localization algorithms, require isosynchronous input signals with low channel-interference.

In this paper, the influence of hardware-designs of distributed microphone arrays on the signal-performance are examined. The most important

characteristics for multichannel signal processing applications are channel crosstalk, signal to noise ratio, correlated noise, word-clock jitter, and signal latency.

Sources of electrical interferences, correlated noise and corresponding error-paths in the analogue front-end are identified and analysed using error-models. Hardware optimisations for low noise and low correlation based on these findings are proposed. Distributed microphone-arrays require precise word-clock synchronisation between all hardware capturing-devices. Word-clock jitter has a significant influence on the overall systems performance.

A novel distributed microphone-array based on FPGA and UDP/IP-transport and -word-clock distribution has been developed and implemented. The performance of the novel system on multichannel algorithms is compared with commercially available audio capturing devices.

Mi. 10:20 Budapest

Elektroakustik II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Elektroakustik (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 10:20 / Budapest, Poster-Forum: Mi. 15:40 / Ebene 1

Mittwoch

Elektroakustik (Poster)

freeDSP - ein quelloffenes DIY Audioprozessorboard

Sebastian Merchel und Ludwig Kormann

TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik

Dieser Beitrag stellt die Entwicklung und Anwendung des universell einsetzbaren Audioprozessorboards freeDSP vor. Das Ziel war die Entwicklung einer erschwinglichen Hardware für echtzeitfähige Audiosignalverarbeitung. Der Fokus lag dabei auf einer einfachen Löt- und Programmierbarkeit. Daraus entstand ein Leiterplattenentwurf basierend auf dem DSP Chip ADAU1701 von Analog Devices. Durch die integrierten Wandler stehen zwei analoge Audioeingänge und vier Audioausgänge zur Verfügung. Mit Hilfe der kostenlosen grafischen Entwicklungsumgebung SigmaStudio ist das Board sehr einfach programmierbar. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von Raumentzerrungsprozessoren bis hin zu komplexen Audioeffektgeräten. Beispielsweise könnte der freeDSP in einem aktiven Lautsprecherkonzept verwendet werden: als digitale Frequenzweiche, Equalizer, Verzögerungsglied und/oder psychoakustischer Prozessor. Die Entwicklungsdaten des freeDSP wurden unter einer Creative Commons Lizenz veröffentlicht. Diese erlaubt die uneingeschränkte Verwendung und Modifikation des Audioprozessorboards.

Sitzung „Prozesstechnik und Kavitation“

Mi. 14:00 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Numerical modelling of laser cavitation bubbles with the Finite Volume and Volume of Fluid method, using OpenFOAMMax Koch^a, Christiane Lechner^b, Fabian Reuter^c, Karsten Köhler^a, Robert Mettin^a und Werner Lauterborn^a^a*Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut; ^bTU Wien, Institute of Fluid Mechanics & Heat Transfer; ^cUniv. Göttingen, CDLaboratory for Microerosion and Cavitation*

Modelling cavitation bubble dynamics is still challenge, in spite of the significant progress made during the last decades. A main reason is the large variation of physical quantities in and at the cavitation bubble when it expands and collapses strongly. Further complications arise for non-spherical bubble dynamics like shape distortions, jetting, and for topological changes due to bubble splitting or merging. However, all these phenomena are common and even characteristic for acoustic cavitation. To learn more about such non-spherical bubble behaviour, we show in the present work some advance of a bubble dynamics model that is based on the Finite Volume Method. Such models can treat easily deformations and topological changes of the gas domain, but often have limitations for strong bubble oscillations and high compressions. Here we successfully extended a code based on the OpenSource software package Open-FOAM to correctly deal with stronger bubble collapse and shock wave propagation in the liquid. The modified code is used to reproduce the dynamics of laser generated cavitation bubbles and is validated by comparison to the Gilmore model. Further extension and inclusion of a driving sound field is discussed.

Mi. 14:20 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Investigation of heat transport during single bubble collapse using laser-induced fluorescenceHendrik Söhnholz und Thomas Kurz*Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut*

The growth and collapse of single bubbles in water is investigated with a focus on heat transport across the bubble wall. Inside a bubble the temperature can reach very high values upon collapse. This gives rise to heat transport from the bubble to the surrounding liquid. For example, bubbles forced by an ultrasonic field may heat up the liquid over time. In order to visualise the heat transport experimentally the temperature in the liquid close to the bubble is measured using a laser-induced fluorescence (LIF) setup in which the temperature-dependent intensity of a fluorescent dye is exploited. Single laser-induced bubbles as well as acoustically trapped single bubbles are investigated using this method. In the case of acoustically trapped bubbles the LIF method can be employed to visualise the products of sonochemical reactions. Results of

the temperature fields in the liquid for laser-induced bubbles and acoustically trapped bubbles are presented. Furthermore, the experimental data are compared to the results of numerical simulations.

Mi. 14:40 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Measurements of acoustic streaming jets at very high frequencies

Julian Eisener^a, Alexander Lippert^b, Till Nowak^a, Carlos Cairós Barreto^a und Robert Mettin^a

^aUniv. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut; ^bUniv. Göttingen, CD-Laboratory for Microerosion and Cavitation

The dissipation length of acoustic waves in water shrinks considerably when very high frequencies are reached. Then the acoustic streaming can transform from the well-known "Eckart type" into a "Lighthill type": While Eckart streaming is driven by a small momentum transfer along the path of a weakly damped travelling sound wave, Lighthill streaming is generated by local and complete momentum transfer of a strongly damped and therefore rapidly decaying wave. Then the induced flow field is much larger than the acoustic wave penetration into the liquid, and the flow phenomena are reminiscent of a submerged jet flow. In this work we employ particle image velocimetry and electrochemical measurement methods for the characterization of jet flows generated by ultrasonic fields beyond 100 MHz. The results are compared to numerical simulations.

Mi. 15:00 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Cleaning Study of an Acoustically Cavitating Water Jet

Eric Kristkeitz, Carlos Cairós Barreto und Robert Mettin

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

For the cleaning of flat objects and surfaces, sonicated liquid jets can be considered as an alternative to ultrasonic baths. We investigate a commercial water jet, driven at 1 MHz, with respect to cleaning effects. The jet is impinging vertically onto a horizontal substrate in a flow regime where a hydraulic jump develops. Under variation of acoustic power and flow rate, the removal of particulate test contaminations on glass is determined. In assisting experiments, cavitation activity is monitored by light emission from luminol solution. The results show that the system behaviour is rather complex, e.g., it can change drastically for tuning of acoustic power. Furthermore, luminol emission and cleaning effects are not necessarily correlated.

Mi. 16:20 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Vergleich des Abtrags gemessen mit einem Quarzkristallsensor mit anderen Wirkungen der KavitationChristian Koch und Matthias Jüschke*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Die Bestimmung der Reinigungswirkung von Ultraschallanlagen ist ein wesentlicher Bestandteil der Optimierung und der Qualitätssicherung in Fertigungslien, die solche Reinigungsschritte enthalten. Bisher gibt es dafür keine standardisierten Verfahren und insbesondere keine, die direkt in die Anlagensteuerung integriert werden können. Das Konzept des Quarzkristallsensors ermöglicht eine direkte Messung der Abtragswirkung auch im laufenden Betrieb einer Anlage. Für einen praktischen Einsatz ist jedoch der Vergleich der Sensormesswerte mit derzeit praktizierte Verfahren notwendig, um an bisherige Erfahrungswerte anschließen zu können.

In einer Reinigungswanne mit 4 Liter Inhalt und 45 kHz Arbeitsfrequenz wurde deshalb die Abtragswirkung zunächst mit dem Sensor bestimmt und danach mit einer Erosionsmessung an einer Aluminiumfolie und dem Abtrag einer auf einen Metallklotz aufgebrachten Farbschicht verglichen. Der Abtrag auf der Sensorquarzscheibe wurde zusätzlich mit einem optischen Verfahren ermittelt. Gleichzeitig wurde das Schallfeld im Bad bestimmt. Es zeigte sich, dass die Sensorergebnisse gut mit dem Abtrag und dem Kavitationsrauschen korrelieren und gleichzeitig aber eine quantitativ detailliertere und verlässlichere Einschätzung der Reinigungswirkung ermöglichen.

Mi. 16:40 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Mehrfrequenter Stabschwinger als Leistungsultraschallwandler für die industrielle ReinigungstechnikOksana Lutz und Thomas Dreyer*Weber Ultrasonics GmbH*

In der industriellen Reinigungs- und Prozesstechnik wird Ultraschall hoher Intensität in einer Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen verwendet. Als Schallwandler werden meist Tauch- oder Plattenschwinger verwendet, die aus einem Array einzelner piezoelektrischer Wandler auf einer Metallmembran bestehen. In geschlossenen Reinigungsanlagen werden dagegen oftmals sogenannte Stab- oder auch Rohrschwinger eingesetzt. Ihr Funktionsprinzip beruht auf der Anregung einer Dehnwelle auf einem massiven Stab oder einem Rohr durch einen einzelnen Leistungsultraschallwandler. Dabei ist die Geometrie des Stabes auf die Resonanzfrequenz des Schallwandlers abgestimmt und strahlt in das angekoppelte Reinigungsmedium ab. Der wesentliche Vorteil dieser Konstruktion liegt in Ihrer mechanischen Robustheit gegen Überdruck

und Vakuum. Üblicherweise besitzt jeder Stabschwinger eine durch seine Bauform bestimmte Arbeitsfrequenz. Für eine erhöhte Flexibilität einer Reinigungsanlage wäre dagegen ein Betrieb bei mehreren Frequenzen vorteilhaft. Es wird gezeigt, wie ein solcher mehrfrequenter Stabschwinger für die gängigen Frequenzen von 25kHz und 40kHz mit Hilfe von FEM-Simulationen realisiert wurde. Dabei war es möglich die Geometrie des Systems auf beide Frequenzen zu optimieren. Insbesondere eine möglichst hohe abgestrahlte Leistung bei beiden Frequenzen war das wesentliche Ziel der Entwicklung. Die Vorgehensweise sowie die Mess- und Simulationsergebnisse der Prototypen werden vorgestellt und diskutiert.

Mi. 17:00 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Skalierung der volumenspezifischen Leistung von Ultraschallbädern

Andreas Hertz Eichenrode^a, Christoph Jung^b und Reinhard Sobotta^b

^a*Elma Schmidbauer GmbH; ^bElma GmbH & Co. KG*

Häufig sollen erfolgreich durchgeführte Reinigungsversuche in Kleingeräten zur Auslegung von Ultraschallreinigungsprozessen auf Großgeräte skaliert werden. Hierbei muss die benötigte volumenbezogene Leistung in W/l zur Erzeugung transienter Kavitation richtig ausgelegt werden. Die räumliche Verteilung des Schalldrucks wird für unterschiedlich große ultraschallabstrahlende Flächen in ein Freifeld und in eine Ultraschallwanne berechnet.

In experimentellen Untersuchungen wird das Verhalten der Schwelle für transiente Kavitation bei Änderung des beschallten Volumens ermittelt. Diese Messungen werden für zwei unterschiedlich große Abstrahlflächen durchgeführt.

Basierend auf der Messung des Kavitationsrauschen oberhalb der Kavitationsschwelle wird die Abhängigkeit der Kavitation von dem Füllstand gezeigt und die hierfür benötigte Leistung empfohlen.

Mi. 17:20 Budapest

Prozesstechnik und Kavitation

Anwendbarkeit der Vornorm DIN SPEC 40170 für die Beurteilung der Reinigungsleistung von Ultraschallbädern in der Aufbereitung von chirurgischen Instrumenten.

Anna Seibold und Andreas Richter

Elma Schmidbauer GmbH

Bei der Aufbereitung von chirurgischen Instrumenten ist die Vorreinigung im Ultraschallbad ein Bestandteil des Aufbereitungsprozesses. Für schwierig zu reinigende Instrumente kann ein normkonformes Reinigungsergebnis nur durch die Vorbehandlung im Ultraschallbad erreicht werden.

Wurde früher nur für den Hauptprozess eine Validierung gefordert, so wird heute zunehmend die Validierung aller Prozessschritte, also auch der Vorreinigung durch Ultraschall gefordert. Die Qualifizierung der

Leistung der verwendeten Ultraschallgeräte ist noch Gegenstand intensiver Diskussion.

Die Anwendbarkeit der Vornorm DIN SPEC 40170, im Hinblick auf die Qualifizierung von Ultraschallbädern bei der Instrumentenaufbereitung, wird als Bestandteil einer Masterarbeit, von der HTWG Konstanz in Kooperation mit der Elma Schmidbauer GmbH in Feldtests untersucht. Diese Untersuchung besteht aus drei Schritten:

Im ersten Schritt wird eine statistische Erhebung zu Ultraschallgeräten in Kliniken durchgeführt. Es werden die folgenden Parameter gemessen: Leistungsaufnahme, Frequenz, Kavitationsrauschpegel und Signalform. Im zweiten Schritt werden Testbedingungen evaluiert und definiert, die standardisierbar sind und trotzdem möglichst praxisnah den Prozess bei der Instrumentenaufbereitung nachbilden.

Im dritten Schritt wird dieser Test in ausgewählten Kliniken durchgeführt, und die gewonnenen Daten werden in Korrelation zu den gemessenen physikalischen Parametern der Ultraschallgeräte gesetzt.

Die gewonnenen Ergebnisse sollen als Grundlage für eine Qualifikation von Ultraschallbädern in Kliniken im Rahmen der Validierung des Gesamtprozesses dienen.

Sitzung „Ultraschallfeldcharakterisierung I“

Mi. 17:40 Budapest

Ultraschallfeldcharakterisierung I

Refraktometrische Tomographie zur messtechnischen Erfassung von Schallfeldern in optisch transparenten Medien

Stefan J. Rupitsch, Lizhuo Chen und Reinhard Lerch

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

Die refraktometrische Tomographie (engl. Light Refractive Tomography, LRT) basiert auf der Wechselwirkung von Schallwellen mit elektromagnetischen Wellen. Eine Schallwelle bewirkt lokale Dichteänderungen im Ausbreitungsmedium, was zu lokalen Variationen des optischen Brechungsindex führt. Dieser physikalische Zusammenhang lässt sich nutzen, um Schallfelder in optisch transparenten Medien sowohl lokal- als auch ortsaufgelöst rückwirkungsfrei zu quantifizieren. Im konkreten Messaufbau kommt ein Laser-Doppler- Vibrometer zum Einsatz, dessen Laserstrahl das zu untersuchende Schallfeld durchquert. Das Ausgangssignal des Vibrometers entspricht der Änderung der optischen Weglänge, die aus der Integration der lokalen Brechungsindexvariationen entlang des Laserstrahls resultiert. Um das Schallfeld ortsaufgelöst zu ermitteln, werden durch translatorische Verschiebung des Vibrometers viele solcher Projektionen erstellt. Zusätzlich erfolgt eine Drehung der Schallquelle, wodurch sich mit Hilfe von tomographischen Verfahren wiederum die lokale Variation des Brechungsindex rekonstruieren lässt. Der weitestgehend lineare Zusammenhang zwischen dieser Variation und dem vorherrschenden Schalldruck liefert schließlich das lokal- und

zeitaufgelöste Schallfeld im Ausbreitungsmedium. Um die refraktometrische Tomographie hinsichtlich Messabweichungen zu bewerten, werden herkömmliche Messverfahren zum Vergleich herangezogen. Beispielsweise erfolgt eine Gegenüberstellung von Hydrophon- und LRT-Messungen für das in Wasser generierte Schallfeld eines Ultraschallprüfkopfs. Darüber hinaus werden Schallfelder in Luft aber auch in optisch transparenten Festkörpern mit der refraktometrischen Tomographie untersucht.

Mi. 18:00 Budapest

Ultraschallfeldcharakterisierung I

Möglichkeiten zur räumlichen und zeitlichen Charakterisierung von Ultraschallfeldern in Luft mit scannender Laser-Doppler-Vibrometrie

Klaus - V. Jenderka^a und Ralf Steinhausen^b

^aHochsch. Merseburg; ^bForschungszentrum Ultraschall gGmbH, Halle
Die zuverlässige Charakterisierung von Luftultraschallfeldern im Frequenzbereich über 150 kHz stellt nach wie vor eine messtechnische Herausforderung dar. Der Einsatz zeitlich hoch auflösender scannender Laser-Doppler-Vibrometer (sLDV) eröffnet eine Möglichkeit zur Erfassung der akustischen Feldparameter von Luftultraschallwandlern im Impulsbetrieb. Durch orts- und zeitaufgelöste Erfassung der Geschwindigkeiten und Auslenkungen auf der Wandleroberfläche können im ersten Schritt Datensätze für eine wandlerspezifische Simulation des Schallfeldes gewonnen werden. Im zweiten Schritt kann nach dem Prinzip der Refrakto-Vibrometrie (Matar et al. 2000, Zipser et al. 2000, 2006, 2007, 2009, Bahr et al. 2008) die Ausbreitung des Luftultraschallimpulses erfasst und visualisiert werden. Am Beispiel von Luftultraschallwandlern werden die auf Basis konventioneller Simulationen und Messungen ermittelten akustischen Feldparameter mit den Ergebnissen der sLDV-Messungen verglichen.

Sitzung „Psychoakustik II“

Mi. 8:40 Hongkong

Psychoakustik II

Wahrgenommene Quellbreite einer Lautsprecheranordnung in Abhängigkeit der physikalischen Quellbreite

Julian Grosse, Fabian Hungar, Stefan Klockgether, Steven van de Par
CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

Die wahrgenommene Breite einer akustischen Quelle (apparent source width) ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal bei der Evaluation der Qualität sowohl von Konzertsälen als auch von Simulationen akustischer Umgebungen. Die wahrgenommene Quellbreite wird dabei von mehreren physikalisch messbaren Größen beeinflusst, wie zum Beispiel der interauralen Kreuzkorrelation oder der Stärke der frühen und späten Reflexionen. Um den genauen Zusammenhang zwischen wahrgenommener und physikalischer Quellbreite zu untersuchen, wurde ein psychoakustisches Grundlagenexperiment unter Freifeldbedingungen durchgeführt,

bei dem die physikalische Quellbreite systematisch verändert werden konnte. Die unterschiedlichen physikalischen Quellbreiten wurden mit einer halbkreisförmigen Lautsprecheranordnung dargeboten, bei dem je nach Kondition von einer unterschiedlichen Anzahl an Lautsprechern, unkorreliertes Rauschen dargeboten werden konnte. Die Versuchspersonen konnten mit Hilfe eines visuellen Zeigers die wahrgenommene Quellbreite anzeigen. Die unterschiedlichen Konditionen wurden zudem mit einem Kunstkopf aufgenommen um die Signaleigenschaften in Abhängigkeit der wahrgenommenen bzw. physikalischen Quellbreite untersuchen zu können.

Mi. 9:00 Hongkong

Psychoakustik II

Rauigkeit von Schmalbandrauschen

Jesko Verhey^a, Jan Hots^a, Arne Oetjen^b, Roland Sottek^c und Janina Fels^d

^aOtto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie; ^bCvO Universität Oldenburg, AG Akustik; ^cHEAD acoustics GmbH;

^dInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Signale mit schnellen Pegelschwankungen werden häufig als rau bezeichnet. Die Empfindungsgröße Rauigkeit ist nicht nur von grundsätzlichem Interesse zum Verständnis der Hörfähigkeit, sondern ist auch eine wichtige Größe zur psychoakustischen Beschreibung von Umweltgeräuschen. Üblicherweise werden zur experimentellen Untersuchung der Rauigkeit Signale mit aufgeprägter Pegelschwankung verwendet. Das Ziel dieser Studie war es, die Rauigkeit von Schmalbandrauschen als Signale mit inhärenten Pegelschwankungen durch einen Vergleich mit sinusförmig amplitudenmodulierten Sinustönen zu quantifizieren. Die Mittenfrequenzen waren 250, 1000 und 4000 Hz, die Bandbreiten 30 Hz, 100 Hz und 300 Hz, wobei nur die Kombinationen aus Bandbreite und Mittenfrequenz betrachtet wurden, bei denen die Spektralkomponenten noch innerhalb eines kritischen Bandes lagen. Die Modulationsfrequenz des modulierten Tons entsprach der mittleren Modulationsrate des Schmalbandrauschen, die Trägerfrequenz war gleich der Mittenfrequenz des Rauschens (250 Hz, 1000 Hz, oder 4000 Hz). Durch ein adaptives Verfahren wurde an den vier Standorten der Autoren dieses Beitrags die Modulationstiefe m des amplitudenmodulierten Sinustons bestimmt, die den gleichen Rauigkeitseindruck hervorrief wie das Schmalbandrauschen. Es zeigten sich Unterschiede zwischen den Versuchspersonen und teilweise auch zwischen den Standorten. Im Mittel waren die gemessenen Modulationstiefen in dB ($20 \log(m)$) gleich oder kleiner als -10 dB, d.h. die inhärenten Fluktuationen von Schmalbandrauschen werden als wenig rau empfunden.

Mi. 9:20 Hongkong

Psychoakustik II

Rauigkeitsmodellierung bei unterschiedlichen SignalklassenArne Oetjen^a, Steven van de Par^a, Reinhard Weber^a und Uwe Letens^b^a*CvO Universität Oldenburg, AG Akustik; b Daimler AG*

Oft wird bei der subjektiven Beurteilung von Rauigkeit nicht differenziert, ob es sich beispielsweise um Motorrauigkeit, die Rauigkeit synthetischer Schalle oder R-Rauigkeit handelt. Daher ist es wünschenswert, die Rauigkeit verschiedenster Geräuschtypen mit einem Berechnungsalgorithmus ohne a-priori Informationen modellieren zu können. Mit dieser Zielsetzung wird ein ursprünglich auf Basis von Fahrzeuggeräuschen und einigen synthetischen Geräuschen, unter anderem mit veränderlicher Einhüllendenform, entwickelter Algorithmus deutlich erweitert. Aus der Literatur sind für synthetische Schalle diverse Abhängigkeiten der Rauigkeit von bestimmten Signalparametern wie z.B. Modulationsfrequenz, Modulationstiefe, Pegel oder Einhüllendenwellenform bekannt. Die Herausforderung für die Weiterentwicklung des bestehenden Algorithmus besteht darin, möglichst alle vorhandenen Subjektivdaten mit hinreichender Präzision abzubilden. Hierzu müssen einerseits die aus psychoakustischen Experimenten mit synthetisch erzeugten Signalen bekannten Abhängigkeiten der Rauigkeit von verschiedenen, recht einfach zu beschreibenden Signalparametern berücksichtigt werden. Andererseits treten verschiedene Effekte erst bei der Analyse wesentlich komplexerer, natürlicher Geräusche in Erscheinung, bei denen sowohl die spektrale Zusammensetzung als auch die Regelmäßigkeit der rauen Geräuschkomponenten über längere Zeiträume bzw. die zeitliche Entwicklung zum Tragen kommen. Die vorgestellte Weiterentwicklung der Berechnungsmethode basiert nun auf einem stark vergrößerten Satz von synthetischen und natürlichen Testgeräuschen.

Mi. 9:40 Hongkong

Psychoakustik II

Hörmodell zur Detektion von Tonhaltigkeit in transienten SignalenPeter Volk, Arne Oetjen und Steven van de Par*CvO Universität Oldenburg, AG Akustik*

Die Berechnung von psychoakustischen Bewertungsgrößen, wie z.B. Rauigkeit, Impulshaftigkeit, oder Tonhaltigkeit gewinnt u.a. in der Automobilindustrie stetig an Bedeutung. Durch leiser werdende Motoren und der Umstieg auf elektrische Antriebe werden zuvor maskierte Geräusche hörbar. Der subjektive Einfluss dieser Geräuschquellen auf die Qualität des Fahrzeugsounds lässt sich sehr gut mit den genannten Bewertungsgrößen klassifizieren. Für diese Bestimmung ist jedoch auch eine korrekte Berechnung zwingend notwendig. In der DIN 45681:2005 wird ein Algorithmus präsentiert, mit welchem sich die Tonhaltigkeit eines Signals berechnen lässt. Wird dieses FFT-basierte Berechnungsverfahren jedoch auf zeitlich schnell veränderliche Signale angewendet,

korreliert die berechnete Tonhaltigkeit nicht mit der subjektiven Ausgeprägtheit des Perzeptes. In diesem Fall wird eine zu geringe Tonhaltigkeit berechnet da transiente tonale Elemente nur sehr unzureichend detektiert werden. Es wurde ein Hörmodell entwickelt, welches auf physiologischen und psychoakustischen Grundlagen diese schnell veränderlichen tonalen Elemente detektieren kann. Das Front-End beinhaltet eine Gammatone-Filterbank, ein Haarzellenmodell, sowie einen Modulationstiefpass. Die Detektion und Bestimmung der Ausgeprägtheit von tonalen Elementen erfolgt über eine Kreuz-Kovarianzberechnung aus gegenwärtigem Erregungsmuster des Signals und vorab bestimmt Erregungsmuster von Sinusoiden. Vergleiche zeigen, dass die mit dem Hörmodell bestimmten tonalen Komponenten die Übereinstimmung mit Subjektiveindrücken gegenüber bisherigen Methoden deutlich erhöhen.

Mi. 10:00 Hongkong

Psychoakustik II

Experimentelle Erfassung von Tonzuschlägen

Jan Hots und Jesko Verhey

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie
Technische Umweltgeräusche weisen oft tonale Komponenten auf. Diese haben einen Einfluss auf die Wahrnehmung der Geräusche und führen im Allgemeinen zu einer Verringerung der Akzeptanz bei Personen, die diesen Schallen ausgesetzt sind. Um diesen Einfluss bei der Beurteilung von Geräuschimmissionen abzubilden wird in der Norm zur Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen (DIN 45681) ein Tonzuschlag für derart tonhaltige Geräusche ermittelt und zum gemessenen Geräuschpegel addiert. Das bedeutet, dass Geräusche, die keine tonalen Komponenten beinhalten einen höheren Pegel haben dürfen, als tonhaltige Geräusche. Ziel der vorliegenden Studie ist es die in der Norm angegebenen Tonzuschläge im Hörexperiment zu überprüfen. Hierzu werden für verschiedene tonale Komponenten in einem Rauschhintergrund zunächst die individuellen Mithörschwellen der Versuchspersonen bestimmt. Anschließend werden für verschiedene, individuell eingestellte, überschwellige Pegel der tonalen Komponenten Pegelunterschiede bei gleicher Empfindungsstärke zwischen den tonhaltigen Signalen und dem Rauschhintergrund allein bestimmt. Als Empfindungsgrößen werden Lautheit und Präferenz herangezogen. Die gemessenen Pegeldifferenzen werden mit den in der Norm angegebenen Tonzuschlägen verglichen.

Mi. 10:20 Hongkong

Psychoakustik II

Gestaltung akustischer Bestätigungssignale: Eine Untersuchung zum Einfluss akustischer und temporaler Parameter auf das Ausmaß der wahrgenommenen Bestätigung

Xaver Bodendorfer^a, Reinier Kortekaas^b, Markus Weingarten^b und Sabine Schlittmeier^a

^aKU Eichstätt-Ingolstadt; ^bSiemens AG, Healthcare Sector

Bei der Mensch-Maschine-Interaktion stellt die Bestätigung eben durchgeführter Aktionen oder Eingaben eine wichtige Information für den Nutzer dar, z.B. ermöglicht eine Bestätigung das Fortfahren mit der Prozedur bei mehrschrittigen Interaktionen mit potentiell gefährlichen Geräten. Folglich ist es notwendig und sinnvoll, dass eine akustische Bestätigung eindeutig als solche erkannt und interpretiert wird. Dennoch weiß man wenig über die optimale auditiv-perzeptive Gestaltung akustischer Bestätigungssignale. Es wird ein Experiment berichtet, in dem mittels eines vollständigen Paarvergleichs ($n = 31$) der Einfluss von vier akustischen Parametern auf das wahrgenommene Bestätigungsausmaß eines nicht-sprachlichen akustischen Signals geprüft wurde. Ein hohes Frequenzverhältnis zwischen zwei aufeinanderfolgenden Pulsen, sowie ein geringer Interpulsabstand steigerten das wahrgenommene Bestätigungsausmaß. Die Parameter Frequenz und Pulsanzahl beeinflussten das Bestätigungsausmaß ebenfalls, die Effekte zeigten aber keine eindeutige Richtung. Die Studie liefert empirisch-experimentell fundierte Erkenntnisse über den Einfluss von spektralen und temporalen Parametern auf das wahrgenommene Bestätigungsausmaß eines auditiven nicht-sprachlichen Signals. Die Ergebnisse ermöglichen eine entsprechende Gestaltung, bzw. Optimierung akustischer Bestätigungssignale.

Sitzung „Messtechnik II“

Mi. 14:00 Hongkong

Messtechnik II

Entwicklung einer Akustischen Kamera zur Infraschall-Ortung

Christian Epe^a, Dieter Leckschat^b und Fabian Mertl^a

^aFH Düsseldorf; ^bFH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

Moderne Untersuchungen, neue Forschungsansätze und letztlich viele Einzelberichte von Betroffenen lassen die Diskussion um das Thema Infraschall und die von ihm ausgehende Gefahr immer wieder aufkommen. Ob dieser unhörbare Schall im Bereich unter 20 Hz die Gesundheit des menschlichen Körpers wirklich beeinträchtigt oder mögliche Symptome wie kribbelnde Gliedmaßen, Schwindel/Übelkeit und Konzentrationsstörungen auf andere Ursachen, beispielsweise psychologische Ursachen, zurückzuführen ist, ist sehr umstritten. Neben diversen Industrie- und Windkraftanlagen, beherbergt auch der moderne Haushalt mögliche Infraschallquellen, wie z.B. die Zentralheizung, Auslässe von Wärmepumpen oder Lüftungsanlagen. Die Richtung und die Quelle von Infraschall lassen sich in den meisten Fällen nur sehr ungenau bestimmen. Um die Lokalisation zu verbessern, sollte in dieser experimentellen Arbeit das Prinzip der Akustischen Kamera auf die Tauglichkeit zur Infraschallortung angewendet werden. Die Akustische Kamera liefert normalerweise eine Art "Schallbild" der vorliegenden Geräuschkulisse. Jedoch wird sie bisher nur im hörbaren Frequenzbereich zu Messzwecken eingesetzt. Der Vortrag stellt das erarbeitete System und Messergebnisse einer künstlichen und realen Infraschallquelle vor.

Mi. 14:20 Hongkong

Messtechnik II

Neue Entwicklungen bei der Qualifikation reflexionsarmer RäumeChristian Bethke und Volker Wittstock*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Reflexionsarme Räume werden für sehr unterschiedliche Zwecke benötigt. Ihre Überprüfung war jedoch ausschließlich im Anhang einer Norm für die Schallleistungsbestimmung genormt. Daher wurde eine neue Norm, die ISO 26101, entwickelt, in der ein generelles Verfahren für die Qualifikation reflexionsarmer Räume beschrieben ist. Dabei wird der Abfall des Schalldruckpegels mit zunehmendem Abstand von einer Punktschallquelle gemessen und mit dem theoretisch zu erwartenden Freifeldverlauf verglichen. Die Grundidee besteht nun darin, dass andere Normen auf die ISO 26101 verweisen, jedoch die zulässigen Abweichungen vom Freifeldverlauf verändern können. Damit besteht die Möglichkeit, die Anforderungen an reflexionsarme Räume an die verschiedenen Messaufgaben anzupassen. Im Vortrag wird auf die Unterschiede zwischen altem und neuem Qualifikationsverfahren eingegangen, und es wird an einem Beispiel demonstriert, welche Auswirkungen diese Unterschiede haben.

Mi. 14:40 Hongkong

Messtechnik II

Methodenvergleich zur Bestimmung des Verlustfaktors von HolzdeckenkonstruktionenRaphael Völtl^a, Ulrich Schanda^b, Simon Mecking^c und Mathias Kohrmann^d^a*Kurz und Fischer / HS Rosenheim; ^bLabor für Schallmesstechnik, Hochschule Rosenheim; ^cHS Rosenheim; ^dTU München*

Berechnungsverfahren zur Prognose des Schwingungsverhaltens von Deckenkonstruktionen und zu schalltechnischen Eigenschaften einzelner Bauteile und komplexer Konstruktionen benötigen als Eingangsgröße u.a. die Dämpfung der Systeme, beschrieben beispielsweise durch den Verlustfaktor η . Im Rahmen von zwei Forschungsprojekten an der Hochschule Rosenheim zum vibroakustischen Verhalten von Holzdeckensystemen wurden Übertragungsfunktionen zur Erstellung von Betriebsschwinganalysen erstellt. Diese Übertragungsfunktionen wurden hinsichtlich des Verlustfaktors verschiedener Deckenkonstruktionen im Rahmen einer Masterarbeit weiter ausgewertet. Dabei wurden auch unterschiedliche Verfahren zur Bestimmung der Verlustfaktoren verglichen. Im tieffrequenten, stark modal geprägten Bereich wurden die Verlustfaktoren mittels der Resonanzbreitenmethode und des Curve-Fittings einzelner Moden ermittelt. Für die Auswertung in Terzbändern wurden die Power-Injection-Methode und die Berechnung mittels der Körperschall-Nachhallzeit angewendet. Die Ergebnisse ermöglichen einen Vergleich der Auswertungsmethoden und der Deckensysteme untereinander. Des Weiteren wurden die Ergebnisse der Resonanzbreitenmethode und der Körperschall-Nachhallzeit-Methode für jeden einzelnen Messpunkt

berechnet und anschließend statistisch ausgewertet. Zur Ermittlung der Körperschall-Nachhallzeit wurden aus den Übertragungsfunktionen über die inverse Fouriertransformation Impulsantworten berechnet. Mit Hilfe der Rückwärtsintegration nach Schröder konnte über einen neuen Algorithmus die Körperschall-Nachhallzeit ausgewertet werden. Dabei wurde ein neues Rechenverfahren zur Bestimmung der Integrationszeit entwickelt, welches eine schnelle Bestimmung der Nachhallzeit ohne rechenaufwendige Iterationen ermöglicht.

Mi. 15:00 Hongkong

Messtechnik II

Messtechnische Bestimmung der Durchgangsdämpfung von Schalldämpfern im Laborprüfstand bei hohen Temperaturen

Christian Schulze^a, Stefan Richardt^a, Mirko Ruhnau^a und Jörn Hübel^b

^a*Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH; ^bHochschule Mittweida, Lehrstuhl f. Technische Mechanik u. Akustik*

Die messtechnische Bestimmung der schalltechnischen Wirksamkeit von Schalldämpfern erfordert in der Regel Prüfstände mit großer räumlicher Ausdehnung, die oft an akustische Spezialräume angekoppelt sind. Für die messtechnische Untersuchung von Schalldämpfern im Labor wurde daher ein neuartiger Schalldämpfer-Prüfstand entwickelt. Dieser besitzt neben einem deutlich verringerten Platzaufwand zwei weitere entscheidende Vorteile. Zum einen ermöglicht die Ankopplung einer Heizquelle die direkte messtechnische Bestimmung der Durchgangsdämpfung von Schalldämpfer bei hohen Temperaturen. Zum anderen erlaubt es das speziell eingesetzte Messverfahren, neben der spektralen Durchgangsdämpfung, die komplexe Übertragungsmatrix des Schalldämpfers zu bestimmen. Durch Import dieser Übertragungsmatrix in eine Berechnungssoftware kann daraus die schalltechnische Wirkung des messtechnisch untersuchten Schalldämpfers in Kombination mit einer beliebigen Peripherie ermittelt werden.

Mi. 15:20 Hongkong

Messtechnik II

A comparison of measurement techniques to determine the acoustic impedance at oblique sound incidence angle

Jochen Metzger und Manfred Kaltenbacher

TU Wien

For the measurement of acoustic material properties as normal incidence absorption coefficient or normal specific impedance well established procedures are available, because there are standardized techniques for measuring these quantities, e.g. the Kundt's tube and a large number of in-situ approaches (see, e.g. ISO 10534-2). Furthermore, angle dependent acoustic properties like the complex reflection factor can be determined by means of several measurement techniques described in literature. In this paper, we give an overview on these in-situ measurement techniques capable of measuring acoustic properties at oblique sound incidence angle as well as a comparison of these techniques.

Moreover we present an in situ scanning technique using the Microflown Ultimate Sound Probe (USP) in order to determine the acoustic material properties at sound incidence of oblique angles. First results obtained by our proposed technique are shown and the measurement system is characterized.

Mi. 16:40 Hongkong

Messtechnik II

Bestimmung von Gasblasenparametern durch akustische Messungen in der Gasdüsenzuleitung

Thomas Wiesner^a und Bernhard Zagar^b

^a Universität Linz; ^b Institut für Elektrische Messtechnik, JKU Linz

In industriellen Prozessen wird häufig mittels Düsen Gas in eine Flüssigkeit eingeleitet um durch die erzeugten Blasen eine gute Durchmischung sowie eine große Grenzfläche zwischen Gas und Flüssigkeit sicherzustellen oder um eine Umwälzung der Flüssigkeit zu erreichen. Für die Prozessoptimierung ist die Kenntnis von Parametern wie Blasenvolumen, Blasengeometrie und Blasenablösefrequenz wichtig, jedoch ist eine optische Beobachtung bei opaken Flüssigkeiten nicht möglich. Solange die Blase mit der Düse verbunden ist, bilden Blaseninnenraum, Düse und Zuleitung ein gemeinsames Gasvolumen, sodass die Bestimmung von Blasenparametern über die Messung der akustischen Eigenchaften dieses Volumens prinzipiell möglich scheint. Anhand von Laborversuchen und Modellrechnungen wurde untersucht, wie sich unterschiedliche Blasenparameter auf die akustische Übertragungsfunktion des Schalldrucks zwischen zwei Positionen in der Zuleitung einer Gasdüse auswirken. Dazu wurde die Geometrie von Zuleitung, Düse und Gasblase einer prozesstechnischen Anlage in einem Versuchsaufbau nachgebildet. Bei diesem ist die Blasengeometrie mit einem Kolben verstellbar. Die Übertragungsfunktion wurde für mehrere Stellungen des Kolbens gemessen, wobei die Kolbenposition während einer Messung konstant war. Die Messergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit einem eindimensionalen analytischen Modell für die Übertragungsfunktion und ermöglichen beim Labormodell einen Rückschluss auf die Kolbenposition.

Mi. 17:00 Hongkong

Messtechnik II

Bestimmung des frequenzabhängigen akustischen Zentrums eines Lautsprechers im Zeitbereich

Sven Franz, Christina Imbery, Menno Müller und Joerg Bitzer

Jade Hochschule Oldenburg

Lautsprecher sind direktive Schallquellen mit einer charakteristischen Schallabstrahlung. Zur korrekten messtechnischen Bestimmung dieser frequenz- und richtungsabhängigen Abstrahlcharakteristik ist es erforderlich, dass die Rotationsachse und das akustische Zentrum der Schallabstrahlung übereinander liegen. Vanderkoy zeigt, dass dieses akustische Zentrum vor der Lautsprechermembran liegt. Somit führt eine Rotation um den Mittelpunkt des Gehäuses, zu einer Verschiebung des

akustischen Zentrums um die Rotationsachse. In diesem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das durch Analyse von richtungsabhängigen Impulsantworten das akustische Zentrum bestimmt.

Bei Ausrichtungswinkeln im Bereich zwischen -45° bis 45° kann davon ausgegangen werden, dass nur geringe Abschattungs- und Beugungseffekte im Vergleich zur 0° -Ausrichtung auftreten. Oberhalb dieser Winkel steigt der Einfluss des Lautsprechergehäuses und Abschattungs- und Beugungseffekte treten auf. Liegen Rotationsachse und akustisches Zentrum nicht überein, führt die variable Position des akustischen Zentrums zu messbaren, frequenzabhängigen und akustisch wahrnehmbaren Pegel- und Laufzeitunterschieden des Direktschalls. Die Auswertung dieser Differenzen ermöglicht eine frequenzabhängige Bestimmung des akustischen Zentrums.

J. Vanderkooy, "The Low-Frequency Acoustic Center: Measurement, Theory, and Application", in Audio Engineering Society Convention 128, 2010.

Mi. 17:20 Hongkong

Messtechnik II

Factors that affect the sound power emitted by reference sound sources

Spyros Brezas und Volker Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

For the purpose of a project funded by the European Metrology Research Programme (EMRP), an analysis for the dissemination of the unit watt in airborne sound has been performed. The analysis includes measurements of the emitted sound by reference sound sources, while varying factors that affect the sound power, namely rotational speed, ambient pressure and temperature. A model is proposed for the relation between these factors and the sound power level. Based on this model, the sound power uncertainty is also evaluated. It is furthermore investigated whether aerodynamic reference sound sources can be modelled as monopoles or as dipoles. For the accomplishment of the measurements, a scanning apparatus has been developed, which has also yielded directivity results that are presented.

Mi. 17:40 Hongkong

Messtechnik II

Mess- und Bewertungsverfahren für die Audio-Aufnahmegerätqualität von Smartphones

Gregor Feneberg^a, Markus Maximilian Schmid^b und Gerhard Krump^b

^aBBM Testlab; ^bTechnische Hochschule Deggendorf

Moderne Smartphones zeichnen inzwischen im Cameramodus das Videobild meist hochauflösend und mit sehr guter Bildqualität auf. Die Tonaufzeichnung hingegen erfolgt teils einkanalig und häufig mit deutlich schlechterer Audioqualität. Es treten üblicherweise neben Störgeräuschen wie Rauschen, Frequenzgangverzerrungen, Codec - Artefakte, nichtlineare Noise Gate Effekte sowie eingeschränkte Dynamik sowie

Kanaltrennung auf. Bislang wurden bei Vergleichstests aufwändige Hörversuche zur Qualitätsbestimmung durchgeführt. Diese Probandentests sollten im Rahmen eines Projekts durch ein passendes Messverfahren bzw. durch eine Kombination geeigneter Verfahren ersetzt werden, um schneller und reproduzierbarer zu ermitteln. In die Erstauswahl wurden Verfahren wie PEAQ, POLQA und Schärfe neben traditionellen Messung des Frequenzganges und Signal-Rauschabstandes mit einbezogen. Es werden Untersuchungskonzept, Auswahl der 11 Testgeräte, Durchführung der Untersuchung sowie die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Mi. 18:00 Hongkong

Messtechnik II

Multiple Model High-Spatial Resolution HRTF Measurements

Joachim Thiemann, Andreas Escher und Steven van de Par

CvO Universität Oldenburg, AG Akustik

The shape of human heads is not uniform, yet databases containing the head-related transfer functions (HRTFs) of more than just one head and torso simulator (HATS) are rare. Furthermore, in the past the coverage and resolution of spatial points from which the HRTF are measured was limited to ease distribution by physical media. In the course of ongoing research at the University of Oldenburg, we decided to create a database of HRTFs for three commercially available HATS as well as one custom made HATS. Using the two-arc-source-positioning system described by Brinkmann et al. (DAGA 2013), three of these HATS were measured with and without multichannel hearing aid simulators fitted. Our database uses a higher than typical spatial resolution of 2° in azimuth and elevation, with coverage from 64° below the horizon to the zenith (90°). Grid points were omitted only near the zenith. In this work, we describe the details of the measurement setup and the post-measurement analysis methods. From the analysis, we describe the observed variability on the data due to the HATS and the measurement setup.

Fachvorträge und Poster am Donnerstag, den 19.03.2015

Sitzung „Bauakustik II“

Do. 8:40 Seoul

Bauakustik II

Geräuschoptimierung an dezentralen Wohnraumlüftungssystemen

Sven Wittkopf^a, Frank Kameier^a und Robert Heinze^b

^a*FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering; b GetAir*
Dezentrale Lüftungssysteme stellen aufgrund des begrenzten baulichen Aufwands und des geringen Platzbedarfs eine effektive Möglichkeit zur Wohnraumlüftung dar. Das geschlossene System besteht zumeist aus einem Axialventilator mit alternierendem Wechsel der Drehrichtung, einer Blende an Ein- und Austritt sowie einem Keramikverbundwerkstoff zur Wärmerückgewinnung. In Bezug auf die Akustik, weißt sich der geringe Platzbedarf jedoch als Nachteil aus, da die abgestrahlten Geräusche über passive Maßnahmen kaum gemindert werden können. Im Rahmen einer Kooperation mit der Firma GetAir wird die Anordnung der Systemkomponenten Axialventilator und Keramikwärmetauscher auf den Aspekt der Geräuschentwicklung untersucht. Dabei wird, neben einer möglichst niedrigen Schallimmission, besonderer Wert auf eine reduzierte Tonhaltigkeit des Geräusches gelegt. Tonhaltige Geräusche, die hier zumeist durch die Blattfolgefrequenz des Axialventilators entstehen, werden in der Regel als lästig oder unangenehm wahrgenommen. Nach DIN 45680 können bei tieffrequenten Geräuschimmissionen und insbesondere bei Tonhaltigkeit erhebliche Belästigungen bereits auftreten, wenn die Hörschwelle nur geringfügig überschritten wird. Durch eine geschickte Anordnung von Axialventilator und Keramikwärmetauscher soll eine optimierte Geräuschabstrahlung erreicht werden.

Do. 9:00 Seoul

Bauakustik II

Vibroakustische Eigenschaften von technischen Ersatzschallquellen im Vergleich zu Gehern

Heinrich Bietz und Volker Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Die vibroakustischen Eigenschaften von Schallquellen sind in der Bauakustik insbesondere bei der Formulierung von Mess- und Prognoseverfahren von großer Bedeutung. Auch in der PTB wurden in der Vergangenheit zahlreiche Untersuchungen zu dieser Thematik durchgeführt, wobei sich das 2-Platten-Verfahren mittlerweile als praktikable Methode zur Charakterisierung solcher Quellen gut etabliert hat. Unter anderem wurden menschliche Gehirne untersucht. Die Ergebnisse wurden auf der DAGA 2010 in Berlin vorgestellt. Mittlerweile haben Untersuchungen an weiteren technischen vibroakustischen Ersatzschallquellen stattgefunden. Der japanische Gummiball ("Heavy/Soft Impact Source") wurde

mit Hilfe der 2-Platten-Methode untersucht, und die erzielten Ergebnisse wurden mit anderen Charakterisierungsverfahren verglichen. Weiterhin hatte sich in der Vergangenheit herausgestellt, dass das modifizierte Normhammerwerk teilweise einen beträchtlichen Energieanteil über die Hammerwerkfüße einleitet, wenn zum Höhenausgleich harte Untersetter verwendet werden. Hier wurden die Auswirkungen eines alternativen Materials auf die Quelleigenschaften des Normhammerwerks untersucht. In diesem Beitrag werden weiterhin die Eigenschaften von realen Gehern und technischen Ersatzschallquellen gegenübergestellt.

Do. 9:20 Seoul

Bauakustik II

Trittschallminderung von Bodenbelägen - Normangaben im Vergleich zum subjektiven Hörempfinden

Mark Koehler, Lutz Weber, Moritz Späh und Andreas Liebl

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik

Die trittschallmindernde Wirkung von austauschbaren Bodenbelägen wird derzeit nicht praxisgerecht beurteilt, so dass in Planung und Anwendung erhebliche Unsicherheit besteht. So wird das Trittschallverhalten austauschbarer Bodenbeläge nach DIN EN ISO 10140 im Prüfstand auf einer Stahlbeton-Rohdecke gemessen. Diese Situation entspricht nicht der Baupraxis, weil Bodenbeläge bei Verlegung auf der Rohdecke im Allgemeinen nicht die Mindestanforderungen an den Trittschallschutz nach DIN 4109 erfüllen. Sie werden deshalb normalerweise sowohl im Massiv- als auch im Leichtbau auf einem schwimmenden Estrich verlegt, wo ihr Verbesserungsmaß weitaus niedriger ausfällt.

Ferner erfolgt die Messung der Trittschallminderung durch Anregung mit dem Normhammerwerk. Dieses besitzt ein Anregungsspektrum, das sehr gut bekannt und reproduzierbar ist, das aber nicht mit realen Wohn- und Gehgeräuschen übereinstimmt. Diese weisen ein deutlich tieffrequenteres Spektrum auf und enthalten im Gegensatz zum Normhammerwerk pegelbestimmende Geräuschanteile unterhalb von 100 Hz.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde die Wirkung von Bodenbelägen unter Einsatz alternativer Trittschallquellen untersucht und mit Hilfe psychoakustischer Hörversuche realitätsnah beurteilt. Nachdem auf der letztjährigen DAGA erläutert wurde, welche Unterschiede sich für die Trittschallminderung von Bodenbelägen bei Verlegung auf der Rohdecke und einem schwimmenden Estrich ergeben, wird nun der Vergleich zwischen den Norm-Kennwerten (Ln und ΔL) und der subjektiv wahrgenommenen Wirkung diskutiert.

Do. 9:40 Seoul

Bauakustik II

Bedämpfung eines massiven Treppenpodestes mit Schwingungsstilgern

Jochen Scheck, Lydia Schaaf und Heinz-Martin Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Die Körperschallübertragung von entkoppelten Treppenpodesten wird durch einzelne, schwach bedämpfte Biegeeigenmoden der Podeste bestimmt. Um die Podest-Schwingungen zusätzlich zu bedämpfen und damit die Körperschallübertragung auf die Treppenwand zu reduzieren, wurden Experimente mit Schwingungstilgern durchgeführt. Zusätzlich zur standardmäßigen Entkopplung des Podestes von der Treppenwand mit Elastomerlagern wurde ein Versuchsaufbau mit Stahlfedern realisiert, um die Dämpfung im Entkopplungselement zu minimieren. Anhand der Ergebnisse aus Modalanalysen und Norm-Trittschallpegel Messungen konnten Schlussfolgerungen zum Einfluss der Dämpfung bei massiven Treppenpodesten gezogen und das Optimierungspotential für bisherige Standardausführungen beurteilt werden.

Do. 10:00 Seoul

Bauakustik II

Überarbeitung der Richtlinien zur Auswertung von Schallschutz-Vergleichsmessungen

Sylvia Stange-Kölling und Volker Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt und das Materialprüfungsamt der TU Braunschweig führen in regelmäßigen Abständen Schallschutz-Vergleichsmessungen für bauakustische Prüfstellen durch. Im Rahmen dieser Vergleichsmessungen werden die Ergebnisse der teilnehmenden Prüfstellen mit vorliegenden Ergebnissen von Referenzmessungen verglichen. Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgt auf Grundlage von Richtlinien, die 1998 gemeinsam vom Deutschen Institut für Bautechnik und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt erarbeitet wurden. Die Weiterentwicklung von Messverfahren und Normen, sowie weiterführende Ergebnisse im Bereich der Bestimmung von Messunsicherheiten in der Bauakustik machten eine Überarbeitung der Richtlinien erforderlich. Auf Grundlage vorliegender Ergebnisse vorgenommener Vergleichsmessungen wurden nun von der PTB Vorschläge für neue Beurteilungskriterien erarbeitet. Diese werden im Vortrag vorgestellt und hinsichtlich ihrer Auswirkungen diskutiert.

Do. 10:20 Seoul

Bauakustik II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind
(s. nächste Seite)

Sitzung „Bauakustik (Poster)“

Kurvvorträge: Do. 10:20 / Seoul, Poster-Forum: Do. 15:40 / Ebene 1

Donnerstag

Bauakustik (Poster)

Prognose des mittleren Maximalpegels von StraßenverkehrsgeräuschenIvo Haltenorth*Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH*

Für die Ermittlung des Maßgeblichen Außenlärmpegels (MAP) durch Straßenverkehr, welcher zur Bemessung der Schalldämmung von Außenbauteilen herangezogen wird, kann - etwa bei schwach befahrenen Ortsdurchfahrten - die Berücksichtigung der Pegelspitzen zur Kennzeichnung einer erhöhten Störwirkung wichtig sein. Bei einer mess-technischen Erfassung soll deswegen auch der mittlere Maximalpegel $L_{AF,max}$ als A-Schalldruckpegel L_1 überprüft werden, welcher während 1 % der Messzeit erreicht oder überschritten wird. Bei planerischen Aufgaben und auch wegen der Berücksichtigung tageszeitlich unterschiedlichen Verkehrsaufkommens sowie längerfristiger Prognosenedaten ist die rechnerische Ableitung des Beurteilungspegels jedoch naheliegend. Die Einbeziehung eines mittleren Maximalpegels ist dann jedoch unmöglich oder kann nur unzureichend erfolgen. Daher ist zu überlegen, wie die Störwirkung kurzzeitiger Pegelspitzen durch Fahrzeuge auch ohne Messungen, aber mit einer einfachen und nachvollziehbaren Herleitung, bei bauakustischen Planungsaufgaben berücksichtigt werden kann.

Donnerstag

Bauakustik (Poster)

Untersuchung der Luftschalldämmung baugleicher GK-Montagewände mit gleitendem Deckenanschluss am BauBenjamin Beiring*Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH*

Im Rahmen der Überwachung der Bauausführung und im Zuge der Abnahmemessungen für ein Bürogebäude wurde die Luftschalldämmung von mehreren Hundert baugleichen Standardbürotrennwänden mit gleitendem Deckenanschluss in nahezu identischer Einbausituation gemessen. Die Einfachständerwerkswände wurden von unterschiedlichen Firmen in diversen Kolonnen aufgestellt. Bei den Messungen konnten die üblichen, teilweise erheblichen Ausführungsmängel festgestellt werden. Die ermittelten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße weisen dadurch eine enorme Streuung auf. In Abhängigkeit der Bauausführung werden die Messergebnisse präsentiert und Hinweise für die fachgerechte Ausführung gegeben.

Donnerstag

Bauakustik (Poster)

Potenzial akustischer Verfahren zum Einsparen von Energie

Peter Holstein^a, Armin Raabe^b, Manuela Barth^b und Santer Zur Horst-Meyer^a

^aSONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH; ^bUniversität Leipzig, Inst. f. Meteorologie

Der effiziente Umgang mit Energie ist zwingend notwendig. An zwei aus unterschiedlichen Teilgebieten der Akustik stammenden Verfahren wird hier die Bandbreite gezeigt, in der diese einen effizienten Umgang mit Energie ermöglichen können. Als vorteilhaft erweist sich die Skalierbarkeit akustischer Methoden. Viele technischer Strukturen und Räume müssen auf Dichtheit geprüft werden. Ein wichtiger Einsatzfall ist die Überprüfung der Dichtheit aus energetischer Sicht beispielsweise bei Fenstern, Türen, Containern, Dichtungen in Fahrzeugen oder auch Reinräumen. Mit Ultraschall können Dichtheitsanforderungen effizient und sicher überprüft werden. Mit Hilfe tomografischer Algorithmen ist es möglich aus Schallgeschwindigkeitsmessungen eine flächenhafte / räumliche Verteilungen der Lufttemperatur- bzw. der Strömungsverhältnisse zu ermitteln. In Räumen zeigen die Aufzeichnungen die zeitlich-räumliche Variabilität der Raumklimaparameter Temperatur und Strömung. Diese Angaben sind dazu geeignet, bestimmte Steuerungsmaßnahmen für die Raumbelüftung zu effektiveren, bzw. eine homogene Raumtemperatur zu erreichen. Letztlich ermöglichen diese Informationen Eingriffe in die Raumklimatisierung, was auch für einen effizienten Energieeinsatz sorgen kann. Die Methoden sind skalierbar bezüglich der Schallfrequenz, der -leistung, der Anzahl der Sender und Empfänger sowie der Anregungsmuster. Damit sind akustische Methoden an viele Fragestellungen anpassbar.

Sitzung „Bauakustik III“

Do. 14:40 Seoul

Bauakustik III

Akustisches Verhalten von Kleb- und Dichtstoffen

Lutz Weber, Sven Öhler und Bernd Kaltbeitzel

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik

Kleb- und Dichtstoffe kommen in fast allen Bereichen des Bauwesens zum Einsatz. Neben ihren sonstigen Aufgaben erfüllen sie auch im baulichen Schallschutz eine wichtige Funktion. Dies gilt vor allem dann, wenn die Schallübertragung von der Quelle ins Bauwerk vorwiegend durch Körperschall erfolgt, wie dies z. B. bei haustechnischen Anlagen und Installationen häufig der Fall ist. Da über das akustische Verhalten von Kleb- und Dichtstoffen bislang nur wenig bekannt ist, wurde es in einem Forschungsvorhaben näher untersucht.

Wegen ihrer Bedeutung in der baulichen Praxis konzentrierten sich die Untersuchungen vor allem auf körperschallisolierende Fugendichtungen im Sanitärbereich. Den ersten Arbeitsschritt des Vorhabens bildete eine

Bestandsaufnahme der derzeit verfügbaren Produkte und die Entwicklung geeigneter Mess-, Bewertungs- und Prognoseverfahren. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse dienten als Ausgangspunkt zur Entwicklung verbesserter Applikationstechniken und akustisch optimierter Materialien, die anschließend einer akustischen Erprobung unterzogen wurden. Wie die Forschungsergebnisse zeigen, lässt sich die Körperschallisolierung herkömmlicher Fugendichtungen - bezogen auf die bewertete Einfügungsdämmung bei üblichen Sanitärgeräuschen - mit verhältnismäßig einfachen Mitteln beträchtlich verbessern.

Do. 15:00 Seoul

Bauakustik III

Kleinprüfstand zur Bestimmung der Einfügungsdämmung von Rohrschellen

Sven Öhler, Daniel Lemke, Lutz Weber und Joachim Mohr

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik

Die Übertragung von Abwassergeräuschen in Bauten hängt in starkem Maße von den schalltechnischen Eigenschaften der verwendeten Rohrschellen ab. Die körperschallisolierende Wirkung der Schellen wird hierbei durch ihr Einfügungsdämm-Maß D_e beschrieben, das die resultierende Verminderung des Installations-Schallpegels gegenüber einer akustisch starren Befestigung der Rohrleitung an der Installationswand kennzeichnet.

Da die Einfügungsdämmung von Rohrschellen neben den Montagebedingungen stark von der Art der Installation und der Anregung abhängt, werden Abwassergeräusche im Prüfstand nach DIN EN 14366 unter realitätsnahen Versuchsbedingungen gemessen. Hierfür sind aufwendige Prüfaufbauten in einem speziellen Musterbau mit niedrigem Grundgeräusch und geregelter Wasserversorgung notwendig. Für den Einsatz in Forschung und Entwicklung ist ein derartiger Prüfstand jedoch nur bedingt geeignet.

Aus diesem Grund wurde ein Kleinprüfstand aufgebaut, mit dem die Einfügungsdämmung von Rohrschellen auf einfache Weise und mit geringem Montageaufwand bestimmt werden kann. Die Geräuschanregung erfolgt realitätsnah durch wasserdurchflossene Rohre, gemessen wird der resultierende Körperschallpegel auf einem elastisch gelagerten Stein. Wie die im Kleinprüfstand ermittelten Ergebnisse mit dem ge normten Verfahren nach DIN EN 14366 übereinstimmen und wie genau und reproduzierbar die gemessenen Werte sind, wird im Beitrag näher erläutert.

Do. 15:20 Seoul

Bauakustik III

Charakterisierung und Prognose der Körperschallübertragung von Vorwandinstallationen im Massivbau

Steffi Reinhold^a, Jochen Scheck^a, Heinz-Martin Fischer^a, Andreas Ruff^a und Carl Hopkins^b

^a Hochschule für Technik Stuttgart; ^b Acoustic Research Unit, School of Architecture, University of Liverpool

Die Schallübertragung von Sanitärinstallationssystemen gehört zu den am meisten störenden Lärmeinwirkungen in Gebäuden. Üblich sind heutzutage Vorwandinstallationen, an denen die sanitären Komponenten (Waschbecken, Toilette) angebracht werden und in denen die Zu- und Abwasserleitungen verlaufen. Beim Betrieb der sanitären Komponenten erfolgt eine Körperschallübertragung in die Vorwand und von dieser in den Baukörper (Trennwand und Boden) und folglich zur Luftschallabstrahlung in angrenzende Räume. Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden am Empfangsplattenprüfstand und im gebäudeähnlichen Kombinationsprüfstand Untersuchungen an einer Vorwandinstallation durchgeführt. Ziel ist die Körperschall- Charakterisierung der Vorwandinstallation gemäß EN 15657 zur Gewinnung von Eingangsdaten für die Prognose nach EN 12354 Teil 5. Dabei wurden stationäre und transiente Anregungen durch den Betrieb der sanitären Komponenten untersucht. Des Weiteren wurde die Prognose der Schallübertragung im gebäudeähnlichen Prüfstand mit in-situ Messungen verglichen.

Do. 15:40 Seoul

Bauakustik III

Ermittlung von Übertragungsfunktionen zur Beschreibung körperschallinduzierter Schalldruckpegel

Jörg Arnold^a und Volker Wittstock^b

^a Bauhaus-Universität Weimar; ^b Physikalisch-Techn. Bundesanstalt
Anzahl und Art haustechnischer Schallquellen nehmen infolge technischer Entwicklungen stetig zu. Diese Geräte sind üblicherweise fest mit dem Bauwerk verbunden, so dass deren Schwingungen als Körperschall in die Gebäudestruktur eingeleitet werden. Neben Anforderungen an die Schalldämmung von Bauteilen ist aus bauaufsichtlicher Sicht auch die Prognose derart verursachter Geräusche erforderlich. Mit der Normenreihe DIN EN 12354 steht dem Planer ein Berechnungskonzept zur Verfügung, das auf den üblichen bauakustischen Annahmen aufbaut. Damit ist es im Massivbau anwendbar, auf den Leicht- und Skelettbau mit komplexen und inhomogenen Bauteilaufbauten kann es aber nicht ohne Weiteres übertragen werden.

Aufgrund der Notwendigkeit eines im Leichtbau anwendbaren Prognosemodells wurde die Anwendbarkeit eines alternativen Verfahrens auf Basis von Übertragungsfunktionen zwischen eingelegter Kraft und resultierendem Schalldruckpegel untersucht. Die prinzipielle Eignung von Übertragungsfunktionen zur Prognose des Installationspegels wurde in

Forschungsarbeiten bereits belegt. Vom Autor wurde diese Methode aufgegriffen und durch eingeführte Normierungsgrößen erweitert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich mit den eingeführten Rechenschritten allgemein gültige, den Leichtbau charakterisierende Übertragungsfunktionen ableiten lassen könnten. Mit diesen könnte der Installationspegel mit geringem Aufwand prognostiziert werden. Der aktuelle Stand der Forschungsarbeit wird vorgestellt, wobei zukünftig weitere notwendige Eingangsdaten ermittelt werden sollen, um das Verfahren auf ein breites Spektrum an Konstruktionsweisen und Einbausituationen anwenden zu können.

Do. 16:00 Seoul

Bauakustik III

Erreichbare Genauigkeit bei der Körperschallprognose mit der "Two-stage method"

Albert Vogel^a, Volker Wittstock^b, Oliver Kornadt^a und Werner Scholl^b

^a TU Kaiserslautern; ^b Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Haustechnische Anlagen in Wohn- und Bürogebäuden können sehr störend sein, wenn sie Lärm verursachen. Ein störendes Verhalten von Körperschallquellen ist jedoch nach der Installation meistens nur mit großem Aufwand zu mindern. Es ist daher von Vorteil, schon vor der Bau- oder Sanierungsmaßnahme mögliche Folgen der Körperschalleinleitung zu kennen. In der Norm DIN EN 12354-5:2009 wird das Problem der vorhersagbaren Körperschalleinleitung einer beliebigen Quelle in einen beliebigen Empfänger nur allgemein beschrieben und eine praktische Empfehlung für ein hinreichend genaues Verfahren fehlt. Vor allem für Bauten in Leichtbauweise ist keine Prognosemethode gegeben. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Körperschallcharakterisierungs- und Prognosemethode "Two-stage method". Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass mit dieser vergleichsweise einfachen Charakterisierungsmethode eine gute Prognose der Körperschallleistung möglich ist. Doch wie verhält sich die Prognose, wenn die Eingangsgrößen variieren? Durch die Variation verschiedener Parameter der Prognoseformel mittels Gaußscher Fehlerfortpflanzung werden die jeweiligen Einflüsse auf das Endergebnis, der Körperschallleistungsprognose, dargestellt. Des Weiteren wurden die spezifischen Quellgrößen Freie Schnelle und Quellimpedanz mit verschiedenen Methoden bestimmt und die damit durchgeföhrten Körperschallprognosen verglichen. Dabei wurden verschiedene Quellen, zum einen im installierten Zustand und zum anderen frei bzw. entkoppelt hängend, vermessen.

Sitzung „Psychoakustik IV“

Do. 8:40 Neu-Delhi

Psychoakustik IV

The role of harmonic resolvability for pitch discriminationWiebke Lamping^a, Sébastien Santurette^b und Ewen N. Macdonald^a^aTechnical University of Denmark; ^bCentre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark

For complex tones, pitch discrimination performance has typically been linked to the ability of the auditory system to resolve individual harmonics. However, recent studies have questioned the role of resolvability for pitch discrimination. It was found that presenting even and odd harmonics to different ears (dichotic condition), leading to a peripherally more resolved signal, does not enhance discrimination performance. Moreover, a benefit in pitch discrimination was obtained for stimuli with a mistuning of the odd harmonics. As this mistuning was assumed not to affect harmonic resolvability, it was concluded that resolvability was not necessary for accurate pitch discrimination.

The aim of this study was to investigate these findings further by measuring fundamental frequency difference limens (f_0 DLs) for complex tones. The stimuli were measured dichotically and with a mistuning of the odd harmonics for fourteen normal-hearing and five hearing-impaired listeners. In addition, f_0 DLs were sustained for different background noise levels. In contrast to previous studies, best performance was found for a dichotic stimulus presentation. A benefit from shifting the odd harmonics was also observed though not as prominent as shown previously. Overall, the experimental outcomes suggest that resolvability might still contribute to pitch discrimination performance.

Do. 9:00 Neu-Delhi

Psychoakustik IV

Compensations of F0 and formant frequencies in a real-time pitch-perturbation paradigmAndreas Eckey^a und Ewen N. Macdonald^b^aIHA, Jade HS Oldenburg; ^bTechnical University of Denmark

While producing speech, talkers monitor both somatosensory and auditory feedback. Many studies have demonstrated that if auditory feedback is manipulated in real-time (e.g., using an effects processor to shift the frequency spectrum), subjects compensate by modifying their F0 in the direction opposite to the perturbation. However, shifting the entire frequency spectrum alters both F0 and formant frequencies. While compensations for real-time formant perturbations have been previously observed, these studies have used a paradigm that is very different from that of traditional pitch-perturbation experiments. In the present study, compensations in both F0 and formant frequencies were compared for perturbations of sustained vowels using a traditional pitch-perturbation

paradigm. Within a sustained utterance, the auditory feedback was shifted by a constant magnitude for a short duration. Previous studies have suggested that the large variability in compensation across individuals may be due to individual differences in weighting somatosensory and auditory feedback. Following this hypothesis, individuals' compensations in F0 and formant frequency should be correlated. Results from the present experiment are discussed in this context and formant compensations are compared to results from experiments using a traditional formant-perturbation paradigm.

Do. 9:20 Neu-Delhi

Psychoakustik IV

Spektrale Selektivität bei zeitlich kohärenten Pegelschwankungen

Ramona Grzeschik, Björn Lübken und Jesko Verhey

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie
Zur Abschätzung der Frequenzfilter im Gehör werden üblicherweise Schwellen von tonalen Signalen in Abhängigkeit einer spektralen Lücke in einem breitbandigen Rauschverdecker (engl. „Notched noise“) gemessen. In der hier vorgestellten Studie wird untersucht, inwieweit die Schwellen sich ändern, wenn dem Rauschen über sein gesamtes Spektrum zeitlich kohärente Pegelschwankungen aufgeprägt werden, d.h. wenn der Verdecker komoduliert ist. Die Signalfrequenz war 500 Hz. Der Verdecker war ein Breitbandrauschen mit einer unterer/oberer Abschneidefrequenz von 30 Hz/1000 Hz. Die spektrale Lücke des Verdeckers war an der Signalfrequenz zentriert und hatte eine Breite von 0, 50, 100, 200 oder 400 Hz. Der Rauschverdecker war entweder unmoduliert oder wurde durch Multiplikation mit einem Tiefpassrauschen komoduliert. Für den unmodulierten Verdecker zeigte sich der aus der Literatur bekannte Schwellenverlauf: Die Schwellen nahmen mit zunehmender Lückenbreite ab. Für alle Lückenbreiten waren die Schwellen beim komodulierten Verdecker niedriger als beim unmodulierten Verdecker. Dieser Gewinn durch Komodulation hing jedoch von der Lückenbreite ab und war mit fast 9 dB bei 0-Hz Lückenbreite am größten und reduzierte sich mit zunehmender Lückenbreite auf unter 2 dB bei einer Lückenbreite von 400 Hz. Der Vergleich der experimentellen Daten mit den Vorhersagen eines Modulationsfilterbankmodells zeigt, dass wesentliche Aspekte der Daten vom Modell vorhergesagt werden können.

Do. 9:40 Neu-Delhi

Psychoakustik IV

Analysis and synthesis of environmental sounds based on auditory processing principles

Jan Bruemmerstedt^a, Richard McWalter^a und Torsten Dau^b

^a *Technical University of Denmark; b Centre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark*

The analysis via synthesis approach has been used to examine auditory perception. The basic idea is to capture a set of statistics from an input signal at the analysis stage, and then synthesize a new instance based on those statistics. If the perceptually relevant statistics are

measured from a biologically inspired auditory model, the original and the synthetic sounds should be perceptually identical. Thus, the analysis via synthesis approach provides a strong test of a perceptual model. McDermott and Simoncelli (2011) have applied such an auditory model to the synthesis of textures - temporally homogenous sounds, such as rain or birds chirping. They showed that synthetic textures generated from a biologically inspired model were preferred over those generated from non-biological models. This synthesis model is applicable to sound textures, but does not account for the temporal fluctuations common in many environmental sounds. Here we propose an extended model to account for dynamic and unique features of environmental sounds. This was achieved by introducing higher temporal resolution in the modulation domain. The individual contributions of the various statistics in the spectral domain as well as the modulation domain were examined.

Do. 10:00 Neu-Delhi

Psychoakustik IV

Evaluation of binaural sound reproduction systems with focus on perceptual quality

Florian Pausch, Lukas Aspöck und Janina Fels

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

State-of-the-art acoustic virtual reality systems offer various methods to spatialize sound and create complex environments. In listening set-ups with limited space methods which require a low number of loudspeakers and little hardware to synthesize a surrounding sound field are preferred over those with higher hardware requirements. Such methods include binaural audio playback through headphones or via loudspeakers in combination with crosstalk cancellation filters and are based on Head-Related Transfer Functions using their inherent filter characteristics which enable the localization of a sound source. This paper compares these two reproduction methods with respect to the Quality of Experience by means of subjective evaluations. When assessing the binaural audio reproduction the user has to decompose a presented stimulus into perceptual attributes, subsequently rate these attributes and set them in relation to a reference. To get a basis for a comparison and a meaningful assessment room acoustical aspects are included when presenting the stimuli in a listening experiment. Additionally, a link between the physical and the perceptual domain on the foundation of acoustic measurements is established.

Sitzung „Psychoakustik V“

Do. 14:40 Neu-Delhi

Psychoakustik V

Exploring Age Effects in Auditory Selective Attention with a Binaural Reproduction MethodJosefa Oberem, Suliang Wang und Janina Fels*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Using a binaural-listening paradigm age-related differences in the ability to intentionally switch auditory selective attention were examined. A number of 20 young, normal-hearing subjects and 20 elderly, moderately hearing-impaired subjects were tested under anechoic room conditions. The non-individual spatial reproduction of stimuli was provided by open headphones using HRTFs of an artificial head. Spoken digits of two speakers were presented simultaneously to subjects from two out of eight different locations on the horizontal plane. Guided by a visual cue, subjects were asked to categorize the target's digit into smaller vs. greater than five while ignoring the distractor's speech. Results showed significantly greater reaction times and error rates for elderly subjects. The influence of the spatial transition of the target-speaker (switch or repetition of speaker's direction in space) was identical across age groups. However, it was generally somewhat easier for younger people to filter out the distractor's speech, indicating age-related difficulties to focus on a single speaker and ignore others.

Do. 15:00 Neu-Delhi

Psychoakustik V

Perceptual Relevance of Acoustic Radiation PatternsNoam Shabtai und Michael Vorländer*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

The radiation pattern of an acoustic source describes how the sound wave propagates from the source in a free space. In the general case, the radiation pattern is represented as a function on the surface of a unit sphere which is dependent both on direction and frequency. The combination of radiation patterns in binaural room-acoustics models can improve the performance of virtual-acoustics systems in the context of reproducing the acoustic field generated by realistic sources with relation to human hearing. The perceptual relevance of acoustic radiation patterns in virtual acoustic environments is evaluated in this work on a physical signal-related basis using monaural room impulse responses. The physical evaluation of this perceptual relevance includes the calculation of room acoustical parameters, which are used as predictors of the potentially perceived sound field when binaural room impulse responses are employed.

Do. 15:20 Neu-Delhi

Psychoakustik V

Perception of scrambled reflectionsFritz Menzer^a und Bernhard Seeber^b^a TU München, Audio Information Processing; ^b Audio-Signalverarbeitung, TU München

While sound reflections are an essential feature of the reverberation caused by rooms, they are usually not perceived individually, and rather contribute to an overall spatial impression. From a physical point of view, conclusions regarding the shape and size of a room can be drawn from the timing and directions of arrival of individual reflections. However, the mechanism employed by the human auditory system for interpreting the reverberation characteristics is not known, and the question arises whether the auditory system uses a geometrical representation of the room in this process. This study compares the release from adaptation in two cases: in the first case, a room was simulated using the image source model and head-related impulse responses corresponding to the directions of arrival of the individual reflections. In the second case, the directions of arrival of the reflections were randomly modified to make a geometrical interpretation impossible, while maintaining reflection timings, T60 and DRR. Results from a majority of subjects show that a release from adaptation happens at smaller changes in the source position for the randomly modified reflections than for the realistic simulation. A similar effect could not be shown for the discrimination of changes in room size.

Do. 15:40 Neu-Delhi

Psychoakustik V

Measuring Binaural Decoloration in roomsAndreas Haeussler^a, Eleftheria Georganti^b, Norbert Dillier^b und Steven van de Par^a^a CvO Universität Oldenburg, AG Akustik; ^b University Hospital of Zurich, Laboratory of Experimental Audiology

When a sound is reproduced inside a room, the direct sound is overlaid with reflections coming from the walls, ceiling, floor and objects inside a room. This will introduce a certain perceptual room acoustical impression, which can be regarded as adding sound features to the source. While the reflections add a temporal structure, they also affect the spectral content. For example a reduction in high frequency energy can occur due to frequency dependent absorption. Considering the fine structure of the spectral content, also fluctuations around the mean of the magnitude spectrum are apparent. These changes in spectral content are influencing the perceived coloration inside a room. The strength of coloration that is perceived by the listener also depends on whether the listening situation is diotic or dichotic, while the dichotic condition is reported less colored. A new listening test method will be used to compare these two conditions. It allows the listener to adjust the degree of the spectral fluctuations of the diotic condition such, that the perceived coloration

strength is equal to the dichotic condition. In this manner a quantitative estimate of the perceptual differences in coloration between diotic and dichotic conditions can be obtained.

Sitzung „Ultraschall“

Do. 8:40 Singapur

Ultraschall

Entwicklung eines gekühlten Waveguides zur inline Messung des Strömungsprofils von Polymerschmelze mittels Ultraschall

Veronika Putz^a, Sylvia Apostol^b, Bernhard Zagar^c und Jürgen Miethlinger^b

^aLinz Center of Mechatronics GmbH; ^bInstitute for Polymer Extrusion and Compounding, JKU Linz; ^cInstitut für Elektrische Messtechnik, JKU Linz

Bei der Entwicklung neuer Polymere sind Fließverhalten und Verarbeitbarkeit der Polymerschmelze ein wichtiges Kriterium - daher ist die Messung des Strömungsprofils der Schmelze inline während der Extrusion von großem Interesse. Eine Möglichkeit, Strömungsprofile zerstörungsfrei auch in opaken Schmelzen zu messen, bietet das bekannte Ultraschall-Pulsed-Wave Verfahren.

Die Anforderungen an eine Messeinrichtung sind dabei hoch: Geringe Kanalquerschnitte (weniger als 2 mm) erfordern Ultraschall-Transducer mit kurzer Pulsdauer (bzw. hoher Bandbreite), und die niedrige akustische Impedanz der Schmelze verursacht zwangsläufig hohe Verluste beim Einkoppeln der Pulse in die Schmelze. Leistungsfähiges Labor-Equipment, welches diese Anforderungen erfüllen kann, ist auf den Einsatz bei Raumtemperatur beschränkt, während die Polymerschmelze bis zu 250°C erreichen kann.

Dieser Beitrag stellt einen neu entwickelten Messaufbau vor, der es ermöglicht, Langzeitmessungen in einer beheizten Kapillardüse unmittelbar nach der Extrusion durchzuführen. Der Ansatz beruht auf der "Clad-Buffer-Rod"-Technik: Ein Waveguide zwischen Transducer und Schmelze sorgt für gute akustische Kopplung bei gleichzeitiger thermischer Entkopplung. Der Waveguide kann transducerseitig gekühlt werden, ohne die Temperatur Fluss der Schmelze stark zu beeinflussen, und eine Langzeit-Messung mit Labor-Equipment wird möglich. Die gezeigten Messergebnisse wurden inline während der Extrusion von Polypropylen mit verschiedenen Füllstoffen gewonnen. Wichtige akustische Eigenschaften der Schmelze (Schallgeschwindigkeit, Dämpfung) können ebenfalls direkt aus den Messdaten geschätzt werden.

Do. 9:00 Singapur

Ultraschall

Piezoelekret-Sender für LuftultraschallJoachim Hillenbrand und Gerhard M. Sessler*TU Darmstadt - Institut für Nachrichtentechnik*

Die d_{33} -Konstanten von Piezoelektreten (Ferroelektreten) können durch Anlegen einer hohen externen Gleichspannung mehr als verdoppelt werden. Folienstapel bestehend aus n derartiger Folienlagen, zeigen beim zusätzlichen Anlegen einer Wechselspannung an der Stapeloberfläche die n-fache Auslenkung und damit eine um den Faktor n vergrößerte effektive d_{33} -Konstante. Basierend auf solchen gestapelten und gleichspannungsverstärkten Piezoelekretfolien aus zellularem Polypropylen wurden Ultraschallsender aufgebaut und akustisch und interferometrisch charakterisiert. Alle untersuchten Ultraschallsender haben eine aktive Wandlerfläche von $1,8 \text{ cm}^2$, wurden mit einer Wechselspannung von $46 \text{ V}_{\text{eff}}$ und Gleichspannungen bis zu 1000 V angesteuert. Mit einem Einfooliensender wurden in einem Abstand von 60 mm oberhalb von 100 kHz Schalldrücke von mehr als 10 Pa gemessen. Interferometrische Messungen auf der Folienoberfläche ergaben eine Resonanzfrequenz von 180 kHz und unterhalb der Resonanz eine effektive d_{33} -Konstante von ca. 750 pC/N . Für Sender mit zwei und drei Folienschichten ergaben sich unterhalb der Resonanz effektive d_{33} -Konstanten von bis zu 1500 pC/N und, abhängig von der Art und Masse der Klebeschicht, Resonanzfrequenzen von 30 bis 110 kHz und maximale Schalldrücke von bis zu 50 Pa . Unter sonst gleichen Bedingungen übersteigen damit die erzielten Schalldrücke diejenigen früherer Piezoelekret-Wandler um ungefähr den Faktor vier.

Do. 9:20 Singapur

Ultraschall

Ultraschalluntersuchung der Alterung von gleichzeitig mechanisch und klimatisch belasteten KlebverbundenUte Rabe, Ulrike Schwabe, Leonardo Batista, Udo Netzelmann, Sigrun Hirsekorn und Hans-Georg Herrmann*Fraunhofer-Institut IZFP*

Kleben gewinnt als Fügeverfahren insbesondere im Leichtbau zunehmend an Wichtigkeit. Klebungen können im praktischen Einsatz Kombinationen von mechanischer Last und Umwelteinflüssen ausgesetzt sein, die mit den heute standardisierten Methoden der Versagensanalyse und Lebensdauerprognose nicht erfasst werden. In einem Gemeinschaftsprojekt mit der Arbeitsgruppe Werkstoff- und Oberflächentechnik der Universität Kaiserslautern (AWOK), dem Lehrstuhl für Adhäsion und Interphasen in Polymeren (LAIP) der Universität des Saarlandes und dem IZFP wurden polymere Klebverbindungen hergestellt, unter gleichzeitiger mechanischer und klimatischer Beanspruchung gealtert

und mit Ultraschall sowie zerstörenden und spektroskopischen Verfahren vor und nach der Alterung charakterisiert. Verschiedene Ultraschallmethoden werden hinsichtlich Ihrer Empfindlichkeit auf alterungsbedingte Änderungen der Eigenschaften der Klebschicht verglichen. Ferner wurde im IZFP ein Messplatz eingerichtet, der die Untersuchung von Keilspaltproben mit Ultraschall auch *in situ* während hydrothermischer und mechanischer Belastung ermöglicht. Durch geeignete Auswertung der Ultraschallsignale können kohäsives und adhäsives Versagen der Klebschicht sowie Änderungen ihrer Eigenschaften *in situ* ohne Zerstörung der Proben erkannt werden. Zwei verschiedene Probensätze wurden bei mechanischer Belastung einer Temperatur von 60°C in Immersion sowie in trockener Luft ausgesetzt und während der Alterung mit Ultraschall geprüft. Die Ergebnisse für ungealterte und gealterte Proben werden dargestellt und verglichen. Der Rissfortschritt im Verlauf der Alterung über bis zu 16 Wochen wird aufgezeigt.

Do. 9:40 Singapur

Ultraschall

Auswertung der Wellenzahlspektren geführter Ultraschallwellen für die Fehlerdetektion in Plattenstrukturen

Jens Prager, Marcus Heide, Patrick Tobias Homann und Mateusz Grzeszkowski

BAM - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Die Dispersionseigenschaften geführter Ultraschallwellen werden durch Materialeigenschaften und Bauteildicke beeinflusst. Die lokale Auswertung der Wellenzahl einer ausbreitungsfähigen Mode enthält folglich Informationen, die zur örtlichen Abbildung der Bauteilstruktur aber auch von Materialfehlern geeignet sind. Im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen wurde ein Ultraschallprüfverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Plattenstrukturen, insbesondere von Klebeverbindungen entwickelt. Die Methode ist berührungslos und erfordert nur einseitige Zugänglichkeit der zu prüfenden Struktur. Die Anregung der geführten Ultraschallwellen erfolgt mit luftgekoppelten Ultraschallwandlern; für die Detektion kommt ein laserbasiertes Verfahren zum Einsatz. Zur Signalauswertung wurden verschiedene Wellenzahl-/Frequenzfilterkonfigurationen untersucht und um ein direktionales Filter erweitert, um eine hochauflösende und artefaktfreie Auswertung der Messsignale zu ermöglichen und die benötigten Informationen aus den Wellenzahlspektren zu extrahieren. Im Ergebnis stehen Wellenzahlkarten zur Verfügung, die eine bildhafte Repräsentation der Bauteilgeometrie bzw. der Fehlstellen enthalten. Das Verfahren wurde an realitätsnahen Klebeproben getestet. Die Ergebnisse wurden mit den Resultaten herkömmlicher Prüftechniken hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Ortsauflösung verglichen.

Do. 10:00 Singapur

Ultraschall

Schichtdickenbestimmung mit Ultraschall bei unbekannten Schallgeschwindigkeiten

Elfgard Kühncke, Sebastian Kümmritz und Mario Wolf

TU Dresden

In der Zerstörungsfreien Prüfung werden Schichtdicken aus der Laufzeit des von der Rückwand reflektierten Signals (Impuls-Echo-Verfahren) bestimmt. Dabei wird die Schallgeschwindigkeit als bekannt vorausgesetzt. In diesem Beitrag wird ein neues, nicht-tomographisches Verfahren mit nur einem Ultraschallarray zur Schichtdickenbestimmung von geschichteten Körpern mit unbekannten Schallgeschwindigkeiten vorgestellt. Es wird ausgenutzt, dass die Fokuslage, neben den Parametern des Arrays, von den Schallgeschwindigkeiten der einzelnen Schichten abhängt. Mit Hilfe eines Annular-Arrays wird auf unterschiedliche Tiefen fokussiert und die Amplitude als Funktion des Verzögerungszeitregimes aufgetragen. Die maximale Amplitude tritt bei Fokussierung auf die Grenzfläche auf. Mit der zweiten Messgrößen, der Laufzeit zwischen den einzelnen Grenzflächenechos, werden die beiden Unbekannten simultan bestimmt. Grundlage für die Fokussierung ist ein geometrisches Modell. Um Ergebnisse mit hoher Genauigkeit zu erzielen, werden Korrekturen mit Hilfe von Schallfeldsimulationen durchgeführt. Das Verfahren wird an verschiedenen Schichtsystemen aus Messing, Stahl und Aluminium für Kontakt- und Tauchtechnik demonstriert.

Do. 10:20 Singapur

Ultraschall

Ortsaufgelöste Ultraschallthermometrie zur Dosisüberwachung bei der Thermoaplatation von Tumoren

Mario Wolf, Sebastian Kümmritz und Elfgard Kühncke

TU Dresden

Eine ortsaufgelöste Temperaturüberwachung während? der thermischen Zerstörung von Tumorgewebe im menschlichen Körper erlaubt eine Optimierung der Wärmezufuhr und minimiert die Schädigung des umliegenden Gewebes. Dieser Beitrag stellt die Grundlagen, sowie laufende Arbeiten für die nicht-invasive, ortsaufgelöste Temperaturüberwachung mittels Ultraschall in Gewebe vor. Die Temperaturmessung erfolgt über die ortsaufgelöste Messung der Schallgeschwindigkeit mit einem Ultraschallarray, sodass nur eine einseitige Zugänglichkeit erforderlich ist. Das für Fluide bereits qualifizierte Messverfahren wertet die Echos bewegter Streuteilchen aus, um Informationen über die Fokuslage des Wandlers zu erhalten. Somit wird neben der Echolaufzeit eine zusätzliche Messgröße gewonnen. Dadurch können die Fokusposition und die mittlere Schallgeschwindigkeit bis zum Fokus mit nur einer Messung bestimmt werden. Da mit einem Annular-Array die Fokusposition verschoben werden kann, ist es möglich, die Schallgeschwindigkeit und damit

die Temperatur, ortsaufgelöst zu messen. Diese Arbeit stellt erste ex-vivo Messungen vor und weist somit die Übertragbarkeit des Verfahrens von Fluiden auf Gewebe nach.

Sitzung „Ultraschallfeldcharakterisierung II“

Do. 14:40 Singapur

Ultraschallfeldcharakterisierung II

Schallfeldcharakterisierung mittels Schlierentechnik

Sergei Olfert und Bernd Henning

Universität Paderborn

Die Schlierentechnik ist eine effiziente Methode zur Visualisierung von Ultraschallfeldern in flüssigen Medien. Diese Methode hat gegenüber vielen anderen Verfahren (Nadelhydrophon, Laser-Dopplervibrometrie) entscheidende Vorteile: Die Visualisierung des gesamten Bilanzraumes kann schnell und nicht invasiv durchgeführt werden, so dass die zu untersuchende Schallwechseldruckverteilung nicht beeinflusst wird. Im Fokus dieses Beitrags steht die Charakterisierung der Schallabstrahlung von Ultraschallwandlern. Somit kann zum Beispiel direkt die Beeinflussung der Abstrahlcharakteristik bei Variation der Sendesignalfrequenz oder Sendesignalform untersucht werden. Sehr aufschlussreich ist auch die Visualisierung der Interaktion von Schallwellen und konstruktiven Bauteilen, um diese möglichst optimal je nach Zielstellung zu gestalten. Problematisch ist hingegen die quantitative Bestimmung der Schallwechseldruckverteilung aus den Schlierenabbildungen. Insbesondere wird diese durch eine inhomogene Bestrahlungsstärke der Lichtquelle verfälscht. Es soll gezeigt werden, dass mit Hilfe einer Referenzaufnahme sowie eines variablen optischen Filters in der Fourierebene dieser störende Effekt korrigiert werden kann.

Do. 15:00 Singapur

Ultraschallfeldcharakterisierung II

Entwicklung und Anwendung robuster Membranhydrophone für die Messung hochintensiver therapeutischer Ultraschallfelder

Volker Wilkens^a, Sven Sonntag^b und Olga Georg^a

^aPhysikalisch-Technische Bundesanstalt; ^bGesellschaft f. angewandte medizin. Physik u. Technik mbH, Merseburg

Membranhydrophone werden wegen ihrer vorteilhaften und vorhersagbaren Charakteristiken verbreitet zur Ultraschallwechseldruckmessung an medizinischen Geräten und als Referenzsensoren eingesetzt. Allerdings stellen sie auf der anderen Seite sehr empfindliche Messinstrumente dar und erscheinen zunächst nicht als gut geeignet, um sie zur Charakterisierung hochintensiver therapeutischer Ultraschallfelder (HITU) einzusetzen. Ausgehend von Untersuchungen zur Belastungsgrenze konventioneller Membranhydrophone wurde eine extrem robuste und kavitationsfeste Sensorvariante entwickelt. Dabei kommen eine dünne Stahlfolie zum Schutz der Vorderseite und ein speziell optimiertes Backing zum Schutz der Rückseite zum Einsatz. Die hergestellten Prototypen wurden bezüglich des Frequenzgangs, der Belastbarkeit und der

Richtcharakteristik experimentell untersucht. In HITU Feldern gemessene Schalldruckamplituden wurden mit entsprechenden nichtlinearen Schallfeldsimulationsergebnissen verglichen. Bei Beachtung der realen Bandbreiten- und räumlichen Auflösungsgrenzen der Messtechnik, ergaben sich sehr gute Übereinstimmungen. Die maximal detektierten negativen und positiven Spitzenschalldrücke betrugen 15 MPa bzw. 77 MPa bei einer Detektionsbandbreite von bis zu 100 MHz. Weiterhin wurden axiale und laterale Schallbündelprofile typischer HITU Felder bei 1,1 MHz und 3,3 MHz Anregungsfrequenz gemessen und so die für die Anwendung relevanten Intensitätsverteilungen im Fokusbereich abgeleitet. Die entwickelte Sensorik ermöglicht somit erstmals mit einfach handhabbaren piezoelektrischen Hydrophonen die zuverlässige Charakterisierung von hochintensiven Ultraschallfeldern bei klinischen Pegeln, wie sie z. B. zur thermischen Tumorablation verwendet werden.

Do. 15:20 Singapur

Ultraschallfeldcharakterisierung II

Schallfeldmessungen zur Array-Charakterisierung

Michael Lenz und Elfgard Kühnicke

TU Dresden

Im Gegensatz zu konventionellen bildgebenden Verfahren kann bei der Entwicklung neuer Ultraschallmessverfahren ausgenutzt werden, dass das reflektierte Schallfeld bisher ungenutzte Informationen über ein Objekt enthält. Um mehr Informationen aus dem empfangenen Ultraschall-Signal zu gewinnen, werden segmentierte Wandler verwendet. Eine gezielte Gestaltung des Sendeschallfeldes durch Optimierung der Arrays im Hinblick auf Mittenfrequenz, Anzahl und Form der Einzelemente und Vorfokussierung ist erforderlich. Für die quantitative Verfahrensentwicklung sind Schallfeldsimulationen notwendig, die die aus Schallfeldmessungen bestimmten Wandlereigenschaften berücksichtigen.

Der Beitrag diskutiert unterschiedliche Methoden zur Charakterisierung von ebenen und gekrümmten Annular-Arrays sowie von segmentierten Wändlern mit Linse. Zunächst werden Schallfeldeigenschaften, wie Fokuslage und -ausdehnung durch Schallfeldvermessungen mit einem Punktreflektor überprüft. Aus dem gemessenen Schallfeld lassen sich Parameter des Wandlers, wie z.B. Größe der akustisch aktiven Fläche und fertigungsbedingte Fehler, wie z.B. Asymmetrien, ableiten.

Außerdem wird eine neue, schnelle und einfach zu handhabende Methode mit Streuteilchen anstelle der üblichen Punktreflektor- oder Hydrophonmessungen vorgestellt. Sie liefert die Fokuslage des Schallkopfs im Messmedium, ohne dass ein Scanvorgang auszuführen ist. Das Streuteilchenverfahren wird zur Bestimmung der Fokuslage bei wechselnden Schallgeschwindigkeiten sowie zur Bestimmung der effektiven Elementgrößen eines Annular-Arrays und zur Charakterisierung der Fokussierungseigenschaften eingesetzt.

Do. 15:40 Singapur

Ultraschallfeldcharakterisierung II

High-Speed Measurement of Sound-Flow Interaction at Perforated Liners with Bias Flow

Daniel Haufe^a, André Döring^a, Anita Schulz^b, Friedrich Bake^c, Lars Enghardt^{b,c}, Jürgen Czarske^a und Andreas Fischer^a

^aTU Dresden; ^bTU Berlin; ^cDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Berlin

The optimization of the sound absorption efficiency of perforated liners with bias flow used for aircraft noise suppression requires a deeper understanding of the inherent sound-flow interaction near the perforation that is responsible for the absorption. For the investigation of this complex interaction, local optical measurements were performed to resolve the sound wave and image the flow vortices with a high measurement rate in the kHz range.

As a result, the Doppler global velocimetry with sinusoidal frequency modulation enables the spectral analysis of all three velocity components up to 50 kHz at a perforated liner. Compared to the case without sound excitation, the measurement results show a broadband power gain at the velocity spectrum near the perforation orifice. Furthermore, a generation of an unsteady vortex field at the acoustic excitation frequency is observed there. The time-resolved velocity field shows that the vorticity decays while the vortices are being shed from the orifice. Moreover, the findings indicate a strong correlation of the generation of vorticity with the sound dissipation rate measured by microphones. Future investigations will lead to a thorough energy balance allowing the identification, localization and eventually the explanation of the sound absorption mechanism at perforated liners with bias flow.

Do. 16:00 Singapur

Ultraschallfeldcharakterisierung II

Modellgestützte Ultraschallmikroskopie zur dimensionellen Erfassung von Fehlstellen in Festkörpern

Michael Wüst, Michael Nierla und Stefan J. Rupitsch

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

Synthetische Aperturfokussierungstechniken (SAFT) werden bei ultraschallbasierten bildgebenden Messverfahren zur Verbesserung der Ortsauflösung im Bild eingesetzt. Zumeist berücksichtigen übliche SAFT-Algorithmen aber nicht den inneren Aufbau des untersuchten Prüflings. Im Folgenden wird ein Verfahren zur Ultraschallmikroskopie vorgestellt, das einen angepassten SAFT-Algorithmus zur Bildrekonstruktion nutzt. Das Verfahren wird zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung herangezogen. Es dient der Detektion und dimensionellen Erfassung von

Fehlstellen innerhalb des Prüflings (z. B. Delaminationen in heterogenen Werkstoffverbunden). Dabei ist die Soll-Geometrie des untersuchten Prüflings a priori bekannt. Unter Nutzung dieser Vorkenntnisse können die Messsignale simuliert werden, die bei einer fehlerfreien Geometrie resultieren würden. Aus den erzeugten Daten wird ein räumlicher Filterkern modelliert, der die Grundlage des SAFT-Algorithmus bildet. Die Simulation mittels Finiter-Elemente-Methode (FEM) ist allerdings außerordentlich rechenintensiv und daher nicht praktikabel. Eine Reduzierung des Aufwands kann aber erreicht werden, indem eine analytische Berechnung des transienten Schallfeldes im Koppelmedium (Wasser) zwischen Ultraschall-Prüfkopf und Prüfling erfolgt. Hierfür kann die sogenannte ortsabhängige Impulsantwort (engl. "Spatial Impulse Response", kurz SIR) herangezogen werden. Für die Simulation der Schallausbreitung im Prüfling wird die FEM mit Ansatzfunktionen höherer Ordnung implementiert. Dieses hybride Simulationsverfahren wird als "SIRFEM" bezeichnet. Das dadurch verbesserte Ortsauflösungsvermögen wird anhand erster Ergebnisse am Beispiel geometrisch simpler Prüflinge aufgezeigt.

Do. 16:20 Singapur

Ultraschallfeldcharakterisierung II

Darstellung thermisch transienter Deformationen in Halbleiterbauteilen

Bernhard Zagar^a, Daniela Florian^b und Silvester Sadjina^b

^aInstitut für Elektrische Messtechnik, JKU Linz; ^bUniversität Linz

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der bildgebenden Darstellung thermisch-transienter Vorgänge innerhalb der Schichtstruktur von Halbleiterbauelementen deren Anregung über eine lokal wirkende thermische Quelle erfolgt. Die Anregung erfolgt über einen kurzen Belastungs-impuls, der zu thermomechanischem Stress im Halbleiterbauteil führt. Dieser kann, abhängig von der Stärke der Anregung, zu einer mechanischen Überlastung der Struktur führen. Über viele Zyklen können Risse im Inneren der Strukturen entstehen, die funktionseinschränkend bzw. funktionszerstörend wirken. Weiters ergeben sich lokale Unterbrechungen der Wärmeleitung, die die Effizienz des Wärmemanagements untergräbt. Die Ultraschall-Mikroskopie als ein nicht-invasives bildgebendes Verfahren ist bei entsprechender digitaler Signalverarbeitung in der Lage, durch geeignete Synchronisation des zyklisch erfolgenden thermischen Anregeprozesses mit der Signalaufnahme, bei dichter räumlicher Abtastung des gesamten Probenvolumens, diese thermisch transienten (evaneszenten) Wellen zu detektieren und zeitaufgelöst als Video darzustellen. Um eine hohe laterale Auflösung (im Mikrometerbereich) zu erreichen, werden fokussierende Transducer (Mittenfrequenz 50 MHz bzw. 100 MHz) verwendet, die mittels eines 3D Verschiebetics positioniert werden. Eine Tiefenauflösung von 0,15 µm (in Kupfer), bzw. 0,35 µm (in Silizium) wird erreicht. Das Koppelmedium, entionisiertes Wasser, wird über eine Temperaturregelung auf der Soll-Temperatur von

30°C ± 0,5°C gehalten. Ein Steuerprogramm übernimmt die zyklische Anregung des Halbleiterbauteils und die digitale Weiterverarbeitung der Messdaten zur Darstellung der mechanischen Ausdehnung.

Sitzung „Lärmschutzpolitik - quo vadis? IV“

Do. 8:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Die Umgebungslärm-Richtlinie - Stand der Dinge aus Sicht der Europäischen Kommission

Bernhard Berger

European Commission

Eine Kommissions-Richtlinie zur Einführung gemeinsamer Bewertungsmethoden zur Bestimmung von Umgebungslärm wurde im Sommer den Mitgliedsländern im Ausschuss nach Artikel 13 vorgelegt und befürwortet. Diese Methoden (Annex II der Richtlinie) werden voraussichtlich im Frühjahr im Amtsblatt veröffentlicht und sind ab dem 31.12.2018 verbindlich zu verwenden. Somit wird ab 2019 erstmals der Umgebungslärm EU-weit mit einheitlichen Methoden gemessen. Die WHO überarbeitet gerade ihre Lärm-Leitlinien. Diese überarbeiteten Leitlinien werden der Kommission als Grundlage für Ihren Vorschlag zu Dosis-Wirkungsrelationen für die Bewertung gesundheitsschädlicher Auswirkungen von Umgebungslärm dienen (Annex III). Ferner hat die Kommission - im Rahmen ihrer Initiative zur Verbesserung der Effizienz und Leistungsfähigkeit der Rechtsetzung (REFIT) - angekündigt, die Umgebungslärm-Richtlinie unter dem Aspekt der regulatorischen Eignung zu evaluieren. Diese Evaluierung hat bereits begonnen und wird neben Effektivität und Effizienz auch Kohärenz mit anderen EU Gesetzestexten, Relevanz und EU-Mehrwert untersuchen. Zudem bereitet die Kommission den nächsten Implementierungsreport vor (nach Artikel 11 der Richtlinie).

Do. 8:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Lärmaktionsplanung in Deutschland und Europa

Matthias Hintzsche

Umweltbundesamt

Mit der EU-Umgebungslärmrichtlinie wurde erstmals ein gemeinsames europäisches Konzept zum Lärmschutz in Europa umgesetzt. Ziel der Richtlinie ist es, die Lärm situation in Europa nach einheitlichen Kriterien zu erfassen und durch die Aufstellung von Lärmaktionsplänen zu verbessern. Hierzu sollen Lärm minderungsmaßnahmen auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene konzipiert und umgesetzt werden. Dabei ist die Öffentlichkeit aktiv zu beteiligen.

Die EU-Richtlinie sieht hierfür ein stufenweises Vorgehen vor: In einer ersten Stufe waren zunächst nur stark genutzte Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und verschiedene Großflughäfen sowie große Ballungsräume zu berücksichtigen. Seit 2012 sind nunmehr die Lärm belastungen für alle Ballungsräume und an sämtlichen Hauptverkehrs wegen in Europa zu ermitteln.

Es wird der aktuelle Stand der Lärmaktionsplanung in Deutschland analysiert und bewertet. Darüber hinaus zeigt ein Vergleich mit den Ergebnissen in anderen Mitgliedstaaten den Stand in Europa auf. Abschließend werden aktuelle Entwicklungen im Zusammenhang mit der Umgebungslärmrichtlinie präsentiert.

Do. 9:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Lärmaktionsplanung - Bedeutung der "Validierung von Maßnahmen" für Betroffene und Politik

Bernd Lehming

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt

Der Politiker muss für die Umsetzung von Maßnahmen überzeugt werden, da er bei den Interessengruppen Wählerpotential gewinnen oder verlieren kann und zum anderen gegenüber seinen Kämmerern und Stadtverordneten auch gute Argumente braucht, um Maßnahmen zu finanzieren und positiv votiert zu bekommen. Der Bürger muss auch einschränkende Maßnahmen akzeptieren. An einigen Beispielen soll dargelegt werden, welche Bedeutung die Validierung von Maßnahmen hat und auch wie aufwendig solche Validierungen sind.

Do. 9:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Evaluation der Öffentlichkeitsbeteiligung des Landes Berlin im Rahmen der EU-Umgebungslärmrichtlinie Verknüpfung der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung mit der Lärmkartierung des Landes Berlins

Philipp Geiger

TU Berlin

Durch die Umgebungslärmrichtlinie sind die Verantwortlichen nun aufgefordert, Schallimmissionen zu kartieren, sowie strategische Aktionspläne zur Lärmminderung aufzustellen. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt des Landes Berlin beteiligte die Öffentlichkeit an diesem Prozess im Jahr 2013 durch eine Onlineplattform. Hier konnten Bürgerinnen und Bürger Orte benennen, an denen sie eine Lärmproblematik wahrnehmen. In dieser Masterarbeit werden diese Daten der Onlineplattform mit der Lärmkartierung des Landes Berlin mit dem Ziel verknüpft, Dosis-Wirkungs-Beziehungen abzuleiten.

Diese Arbeit zeigt, dass eine Verknüpfung der Lärmkartierung mit den Daten der Onlineplattform über eine eigens definierte Methodik möglich ist. Dosis-Wirkungs-Kurven konnten mittels einer potentiellen Regression ermittelt werden. Diese Kurven zeigen insbesondere für den Straßen- und Schienenverkehrslärm die deutliche Tendenz, dass die Anzahl der Beiträge mit steigenden berechneten Schallimmissionen zunimmt. Für den Lärm durch Flugverkehr konnten keine eindeutigen Aussagen gemacht werden. Der Vergleich der unterschiedlichen Lärmquellen hat gezeigt, dass Schienenverkehrslärm im Vergleich zu Straßenverkehrslärm

in Berlin eine höhere Anzahl an Beiträgen provoziert, was den Aussagen vorheriger Studien widerspricht. Weiter zeigt sich die Tendenz, dass die Überlagerung von Schienen- und Straßenverkehrslärm eine erhöhte Störwirkung verursacht. Außerdem wird deutlich, dass einige durch die Beitragsgebenden beschriebenen Lärmproblematiken nicht durch die Methodik der Lärmkartierung erfasst werden können.

Do. 9:40 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Zukunftstrend: Zurück in die Innenstädte - ohne effektiven Lärmschutz nur ein schöner Traum

Jochen Richard

Planungsbüro Richter-Richard, Aachen

Die überalternde und schrumpfende Gesellschaft löst einen Trend zurück in die Innenstädte aus. Diesen Trend können anstehende Umnutzungspotenziale in den Innenstädten unterstützen. Zu nennen sind hier abgängige Gewerbe- und Einzelhandelsstandorte (Kaufhäuser), aber auch Büro und Wohngebäude aus den 1950er bis 1970er Jahren, die technisch, energetisch und von der Grundrissstruktur am Markt nicht mehr zu platzieren sind. Hochwertiges, gesundes Wohnen wird an diesen Standorten jedoch nur möglich sein, wenn ausreichender Lärmschutz nicht nur innerhalb der Wohnungen, sondern auch im Wohnumfeld geleistet werden kann. Hierzu gehören neben den üblichen Maßnahmen zur Lärminderung in die Zukunft blickend vor allem auch stadtweite Minderungsmaßnahmen in der Verkehrs- und Infrastrukturplanung, neue Mobilitätsangebote losgelöst von Primärenergienutzung und Eigentum sowie an diese Entwicklungen angepasste städtebauliche Formen. Zur Umsetzung solcher Konzepte sind integrierte Planungsansätze unter Einbeziehung aller Akteure als Garant bestmöglichlicher Lösungen gefordert.

Do. 10:00 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Verkehrsträgerübergreifender Lärmschutz

Wolfgang Eberle und Sven-Oliver Wessolowski

Minist. f. Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau u. Forsten Rheinland-Pfalz

Menschen sind häufig nicht nur dem Lärm einer einzigen Quelle ausgesetzt. Die Gesamtlärmbeurteilung des Bundes-Lärmimmissionsschutzgesetzes (BlmSchG) von 1974 wurde daher 1991 in der Sportanlagenlärmverordnung und 1998 mit der Novellierung der TA Lärm für gewerbliche und industrielle Anlagen zumindest für die dort jeweils geregelten Anlagen in die Praxis umgesetzt. Bei Straßen und Schienenwegen hingegen erfolgte 1990 mit der Verkehrslärmverordnung eine Einengung auf separate Betrachtungen. Eine weitere Limitierung des verkehrsträgerübergreifenden Lärmschutzes resultiert aus dem Ausschluss von Flugplätzen und bestehenden Verkehrswegen vom

Anwendungsbereich des Gesetzes mit Ausnahme der Lärmaktionsplanung. Nach dem Koalitionsvertrag der Regierungsfraktionen zur 18. Legislaturperiode vom November 2013 soll bei den Bestrebungen zur Reduzierung der Verkehrslärmbelastung der "Gesamtlärm von Straße und Schiene als Grundlage für Lärmschutzmaßnahmen herangezogen werden." Auf der 82. Umweltministerkonferenz am 9.5.2014 haben die Länder einstimmig den Bund gebeten, u.a. im BlmSchG verkehrsträgerübergreifende Regelungen für den Schutz gegen Lärm an Straßen und Schienenwegen zu schaffen (Top 13). Einige Länder haben daraufhin zur Novellierung der Verkehrslärmschutzverordnung im Bundesrat beantragt, beim Bau von Verkehrswegen eine Lärmvorbelastung durch andere Straßen oder andere Schienenwege konkret zu berücksichtigen (Aus schussempfehlung 319/1/14 vom 9.9.2014). Da der vom Umweltausschuss befürwortete Vorschlag im Bundesrat keine Mehrheit fand, bleibt die Umsetzung des Beschlusses der Umweltministerkonferenz und des Koalitionsvertrages offen.

Do. 10:20 Istanbul

Lärmschutzpolitik IV

Gesamtlärmbetrachtung - Probleme und Lösungsansätze anhand des Beispiels der Erweiterung der Bundesautobahn A7 in Hamburg Stellingen

Urs Reichart

DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

Im Zuge der Erweiterung der Bundesautobahn A7 in Hamburg Stellingen wird zum Erreichen der Grenzwerte der 16.BImSchV neben umfänglichen klassischen Lärmschutzwänden und -wällen ein Tunnel errichtet, der neben der Lärmbelastung der Anwohner auch die Zerschneidungswirkung einer innerstädtischen Autobahn deutlich verringert. Da es sich um ein Ballungsgebiet handelt, in dem auch Geräuschbelastungen aus anderen Quellen vorliegen, wurden Gesamtlärmbetrachtungen ange stellt, die u.a. folgende Quellen betrafen: Verkehrslärm im Betrieb und in der Bauzeit, Baulärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm. Schallbelastungen aus diesen Quellen können - je nach Einwirkzeitpunkt und -dauer - unterschiedliche Schutzzansprüche auslösen. Für die Belastungen, die durch den Vorhabenträger zu beeinflussen waren, wurde ein Schutzkonzept erarbeitet, das weitestgehend Schutz durch aktive Maßnahmen vorsieht. Für die verbleibenden oder nicht beeinflussbaren Beeinträchtigungen wurden passive Maßnahmen vorgesehen. Der Vortrag stellt die Abstimmung der Schutzmaßnahmen, die auftretenden Probleme und gewählte Lösungen vor. Daraus werden einige bislang ungeklärte generelle Probleme bei der Gesamtlärmbetrachtung abgeleitet und thematisiert.

Sitzung „Geräuschbeurteilung“

Do. 14:40 Istanbul

Geräuschbeurteilung

Erstellung einer intuitiven, modularen Versuchsumgebung für wissenschaftliche Hörversuche in iOS**Felix Nielstein^a, Dieter Leckschat^b, Christian Epe^a, Sabrina Skoda^b**^a*FH Düsseldorf; b FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering*

Die Anforderungen an eine Hörversuchsplattform können abhängig von der Thematik und der zu untersuchenden Hypothese stark variieren. Zur Erstellung, Durchführung und Auswertung von Hörversuchen greifen Versuchsleiter häufig auf selbst programmierte, teils einmalig verwendbare Softwarelösungen oder Papierfragebögen zurück. Im Rahmen einer Bachelorarbeit soll daher eine Softwarelösung für Hörversuche mit dem Ziel entwickelt werden, eine möglichst intuitive Hörversuchsplattform zu schaffen. Sie soll dem Nutzer erlauben, seine eigenen Hörversuche ohne Programmierkenntnisse schnell zu erstellen und durchzuführen. Alle gängigen Elemente eines Hörversuchs sollen unterstützt und vom Nutzer leicht kombiniert werden können. Für eine möglichst einfache und komfortable Bedienung wird auf Tablet-PCs zurückgegriffen, welche optional mit professioneller Audiohardware kombiniert werden können. Bei der Verwendung mehrerer Tablets soll das System die Versuchsdaten automatisch zusammenfassen, unabhängig davon, ob die einzelnen Versuche zeitgleich oder versetzt stattfinden. Den Besuchern der DAGA soll die Möglichkeit gegeben werden, die Anwendung zu testen und zu bewerten.

Do. 15:00 Istanbul

Geräuschbeurteilung

Zusammenhang zwischen Bewertungen der Angenehmheit von einzelnen und miteinander kombinierten Geräuschen**Sabrina Skoda^a, Jochen Steffens^b und Jörg Becker-Schweitzer^a**^a*FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering; b McGill University, School of Information Studies & CIRMMT (CA)*

Alltägliche Geräuschumgebungen sind vom Zusammenspiel verschiedener Schallereignisse geprägt, welches beispielsweise in Gestalt von Maskierungseffekten die menschliche Bewertung des Gesamtszenarios beeinflusst. Basierend auf der Summation von Lautheiten oder Schalldruckpegeln wurden bereits verschiedene Modelle entwickelt, die die subjektive Lästigkeit von kombinierten Geräuschen beschreiben. Diese sind jedoch zur Beschreibung der Qualität eines Geräuscheszenarios nur begrenzt geeignet, da beispielsweise Naturgeräusche in lärmbelasteten Umgebungen auch zu einer Verbesserung der empfundenen Geräuschqualität beitragen können, obwohl sie zusätzliche Schallereignisse darstellen. Um den Zusammenhang zwischen Angenehmheitsbewertungen einzelner und miteinander kombinierter Geräusche zu untersuchen, wurden zwei Hörversuche durchgeführt. Im ersten Experiment bewerteten

die Probanden verschiedene Geräusche, die gewöhnlich in Wohngebieten auftreten (z.B. Straßenverkehrsgeräusche, Vogelzwitschern). Darauf aufbauend wurde ein Regressionsmodell aufgestellt, das die Gesamtbeurteilung der Angenehmheit zweier kombinierter stationärer Geräusche basierend auf der gewichteten Summe der Einzelbewertungen und deren Interaktion erklärt. Das Modell gewichtet unangenehme Geräusche im Vergleich zu angenehmen stärker, was mutmaßlich auf partielle Verdeckungseffekte sowie die Eigenschaft des Menschen zurückzuführen ist, negative Informationen leichter im Gedächtnis abrufen zu können (negativity bias). In einem zweiten Experiment mit gleichem Testdesign, jedoch mit jeweils drei kombinierten Geräuschen, wurde das vorliegende Modell validiert. Das erweiterte Modell liefert eine wertvolle Grundlage für die wahrnehmungsbasierte Klassifizierung komplexer akustischer Umgebungen und die Berechnung von Lärmzuschlägen.

Do. 15:20 Istanbul

Geräuschbeurteilung

Lästigkeit und Auswirkungen leiser Geräusche im alltäglichen Wohnumfeld

Enrica Gissel, Jörg Becker-Schweitzer und Sabrina Skoda

FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

Die Energiewende kommt unweigerlich. Folglich ist in naher Zukunft mit einer erhöhten Anzahl von Schallquellen niedrigen Geräuschpegels im direkten Umfeld der Verbraucher zu rechnen. War man bisher hauptsächlich dem Störschall weit entfernt stehender Kraftwerke, Fluglärm und Schienenstrecken ausgesetzt, so kommen in Zukunft Wärme pumpen, Blockheizkraftwerke und aktive Wohnraumlüftungen in hoch wärmegedämmten Gebäuden hinzu. Leise Geräusche kamen auch bei Studien zur Geräuschsituations in Großraumbüros zum Einsatz. Hierbei zeigte sich, dass Hintergrundsprache die Arbeitsgedächtnisleistung (Merken von Zahlen) auch schon bei sehr geringen Schalldruckpegeln ab 35 dB(A) vermindert. Da es sich bei dieser Aufgabe um eine Tätigkeit handelt, die Konzentration erfordert, hat insbesondere Sprachschall einen größeren Einfluss auf das Antwortverhalten der Personen und damit auf die Versuchsergebnisse, als es bei einer Tätigkeit der Fall wäre, die ohne höheren Konzentrationsaufwand zu erledigen ist. Im Rahmen dieser Studie wird das Verhalten von Versuchspersonen in Anwesenheit leiser Geräusche während einer Tätigkeit mit Konzentrationsphase beobachtet. Im Anschluss werden dieselben Geräusche subjektiv auf ihre Lästigkeit hin bewertet. Zusätzlich werden verschiedene biometrische Messungen durchgeführt und in Relation zu den subjektiven Eindrücken gesetzt. Die Ergebnisse liefern erste Anhaltspunkte für die Gestaltung von Hörversuchen mit leisen Geräuschen und deren Wirkung auf Personen im Umfeld solcher Geräuschquellen.

Do. 15:40 Istanbul

Geräuschbeurteilung

Lärm von Kinderspielzeug

Antje Grebel, Joachim Bös und Tobias Melz

TU Darmstadt - SzM

In Kinderzimmern findet sich zahlreiches Spielzeug, das nicht nur zum Ansehen, Greifen und/oder Zusammendrücken gestaltet ist, sondern zudem ein Geräusch erzeugt. Die Sicherheit von Spielzeug wird in der DIN 71-1 beschrieben, wobei in diesem ersten Teil der Norm die physikalischen und mechanischen Eigenschaften im Vordergrund stehen. Daher sind auch die akustischen Anforderungen und die damit verbundenen Messverfahren in dieser Norm aufgeführt. Die DIN 71-1 schlägt akustische Grenzwerte für Spielzeug vor, das eindeutig dazu bestimmt ist, Schall zu erzeugen. Geräusche, die als Nebenprodukt, beispielweise beim Aufziehen entstehen, werden hingegen nicht betrachtet. Für eine akustische Prüfung ist eine reflexionsfreie Umgebung sinnvoll, in normalen Wohnräumen ist diese Annahme aber nicht zutreffend. In diesem Beitrag soll ein Verfahren zum Übertragen der im Labor gemessenen Schalldruckpegel auf reale Nutzungsbereiche gezeigt werden. Ein Fokus wird auch auf die Lautstärke von Spielzeug gelegt, das durch die Fantasie des Kindes anders benutzt wird als von den Designern und Herstellern vorgesehen. Durch die abweichende Benutzung können Geräusche entstehen, die mitunter die Grenzwerte überschreiten können. Ferner wird auf den Aspekt der Psychoakustik eingegangen, da die für die Messungen verwendeten Spielzeuge alle die in der DIN 71-1 verwendeten Grenzwerte erfüllten und dennoch von Probanden subjektiv als zu laut empfunden wurden.

Do. 16:00 Istanbul

Geräuschbeurteilung

Impulszuschlag der VDI 3745 bei militärischem Schießlärmb

Mattias Trimpop

IfL Institut für Lärmschutz GmbH

Der Impulszuschlag bei Schießlärmb wird nach der VDI 3745 fest auf 16 dB festgelegt. Bei Schießlärmb von zivilen Schießplätzen ist das in der Regel auch korrekt, da die dort verwendeten Waffen nur Einzelschüsse abgeben. Damit weisen die zu beurteilenden Schüsse in der Regel einen zeitlichen Mindestabstand von 5 sek auf, so dass nach der Definition des Impulszuschlages in der VDI 2058 Blatt 1 über das Taktmaximalverfahren ein Impulszuschlag von 16 dB für diese Situationen zutrifft. Bei militärischen Schießübungen werden jedoch bei einigen Vorhaben Salven mit bis zu 50 Schuss in kurzer Kadenz abgegeben. Wird hier das Taktmaximalverfahren herangezogen ergeben sich deutlich geringere Impulszuschläge. Der Beitrag stellt einige Beispiele vor und deren nach dem Taktmaximalverfahren ermittelte Impulszuschläge. Um dieses

bei der Prognose von militärischem Schießlärm berücksichtigen zu können wurde ein Modell entwickelt, mit dem der Impulszuschlag aus wenigen Parametern der Übungen und der darin verwendeten Waffen abgeschätzt werden kann.

Do. 16:20 Istanbul

Geräuschbeurteilung

Untersuchung der akustischen Konzepte und Sekundärmaßnahmen von Staubsaugern

Friederike Heuer

Carcoustics TechConsult GmbH

Die Anforderungen der Endverbraucher an industrielle Produkte sind in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. Dies trifft im Haushaltsgeräte- und Industriebereich auch für die Staubsauger zu, bei denen neben der Energieeffizienz auch die Akustik in der Entwicklung im Vordergrund steht. So wird dem Verbraucher über das abgestrahlte Geräusch ein Eindruck sowohl über die Leistung als auch die Qualität des Produktes vermittelt, es ist jedoch ebenfalls in Hinblick auf Komfortaspekte zu optimieren. Die akustische Optimierung erfordert häufig auch konzeptuelle Betrachtungen in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses, damit auch strömungstechnische und energetische Gesichtspunkte ausreichend berücksichtigt werden.

Im Rahmen einer umfassenden Benchmarkingstudie wurden zahlreiche kommerziell erhältliche Staubsaugermodelle untersucht. Die Geräte wurden hinsichtlich ihres strukturellen Aufbaus bzw. akustischen Grundkonzeptes sowie im Hinblick auf die verwendeten akustischen und strömungstechnischen Sekundärmaßnahmen analysiert und miteinander verglichen. Neben der Bestimmung des Schallleistungspegels wurden hierzu auch energetische und strömungstechnische Messungen durchgeführt. Psychoakustische Betrachtungen zur Geräuschqualität in verschiedenen Betriebsmodi waren ebenfalls Gegenstand der Untersuchung.

Im vorliegenden Beitrag werden einige ausgewählte Ergebnisse und abgeleitete Erkenntnisse der Studie vorgestellt.

Sitzung „Fahrzeugakustik III“

Do. 8:40 Kiew

Fahrzeugakustik III

Foreign Object Detection in Tires by Acoustic Event Detection

Jens Schröder^a, Moritz Brandes^a, Danilo Hollosi^a, Jan Wellmann^a, Martin Wittorf^b, Oliver Jung^b, Volker Grützmacher^b und Stefan Goetze^a

^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- u. Audiotechnologie; ^bAdam Opel AG*
Nowadays cars are equipped with various different sensors, e.g., radar or ultrasonic sensors for distance measuring and parking assistance, cameras for light-control or lane departure alerting, traffic sign recognition etc. Acoustic sensors find their way into cars mainly for voice-control

of in-car communication, entertainment and navigation systems. However, acoustical sensors are capable of recognizing many more car related events like sirens, lane-departure, road or tire-conditions, engine failures, broken or worn chassis parts, loose parts, broken tie rods, broken/cracked exhaust, worn clutch etc. In this paper, acoustically based detection of foreign objects in tires is investigated. This application scenario is important since objects in tires can cause punctures and, thus, lead to accidents in the worst case. The already existing pressure sensors for tires installed at the tires themselves can only detect an already existing critical air loss. However, microphones can detect the tire damage before a significant loss of air pressure is measurable. For this study, a database with acoustic sensors at different car positions has been recorded in real environments. Different algorithms to recognize objects in tires will be compared in this paper.

Do. 9:00 Kiew

Fahrzeugakustik III

Bestimmung kritischer Übertragungspfade bei der BTPA

Bernd Philippen und Roland Sottek

HEAD acoustics GmbH

In einem Fahrzeug gibt es eine Vielzahl an Übertragungswegen von den Schallquellen zu den Fahrerohren. Mit der Binauralen Transferpfadanalyse und -synthese (BTPA/BTPS) können die Übertragungspfade und deren Anteile an den Empfängersignalen ermittelt werden, um die Ursache für eine Beanstandung und mögliche Abhilfemaßnahmen zu finden. In der Regel tragen nicht alle Pfade gleichermaßen zum Innenraumgeräusch bei. Aufgabe des Akustikingenieurs ist es, die kritischen Übertragungspfade, die einen nennenswerten Beitrag liefern, zu identifizieren. Denn nur eine Modifikation dieser dominanten Pfade bietet Potential für Verbesserungen des Gesamtgeräusches. Bei vielen Übertragungspfaden ist eine Beitragsanalyse umfangreich und unübersichtlich. In diesem Beitrag wird eine Strategie vorgeschlagen, um die kritischen Pfade einer BTPA/BTPS effizient zu bestimmen. Einerseits werden die dominanten Pfadbeiträge ermittelt, andererseits wird untersucht, ob die zu Grunde liegende Ursache in einer hohen Anregung oder einem schlechten Übertragungsverhalten liegt. Eine automatische Auswertung kann den Prozess beschleunigen und liefert in Verbindung mit einer geeigneten Visualisierung einen schnellen Überblick über die kritischen Pfade.

Do. 9:20 Kiew

Fahrzeugakustik III

Statistical Uncertainty Analysis of Acoustic Transfer Paths

Samira Mohamady und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Analytical uncertainty evaluation of a simple acoustic system was proposed by the authors in a previous publication (ISMA 2014-236). In this follow-up study first a detailed statistical analysis of the acoustic system in the Schroeder region is presented. The statistical analysis is applied

to the system with uncertain input parameters for tonal excitation, which are changes in sensor positioning and temperature. The analysis is continued with calculation of extrema and bandwidth of the absolute sound pressure variation. Consequently, a comparison of both analyses is performed to derive a final statement of uncertainty evaluation of acoustic transfer functions in the cross-over region between the modal range and the statistical range.

Do. 9:40 Kiew

Fahrzeugakustik III

Zukünftige Strategien zur Abstimmung von Systemen für die aktive Geräuschbeeinflussung in Serienfahrzeugen

Stefan Kerber und Rolf Schirmacher

Müller-BBM Active Sound Technology

Algorithmen zur aktiven Geräuschbeeinflussung in Kraftfahrzeugen finden zunehmend Anwendung in Serienfahrzeugen, da sie flexibel zur Lösung von NVH Aufgaben im unteren und mittleren Frequenzbereich eingesetzt werden können. Durch Überlagerung von natürlichem Fahrzeugsound und künstlich generierten Schallen aus der Audioanlage erzeugen diese Systeme ein neues Klangbild und helfen so zum Beispiel bei der Gestaltung einer akustischen Markenidentität. Die Wirkung dieser Algorithmen hängt jedoch maßgeblich von deren Anpassung an ein gegebenes Fahrzeug ab.

Typischerweise erfolgen heute Serienanpassungen während des Entwicklungsprozesses separat für jede Kombination aus Motorisierung, Fahrzeugbauform und Audiosystem. Das stellt einen erheblichen Aufwand dar, da die Anzahl dieser Kombinationen sehr schnell sehr groß wird. Dieser Beitrag soll, basierend auf einer heute typischen Serienanpassung, Arbeitsschritte und Probleme im Anpassungsprozess darstellen. Es wird eine neue Simulationstechnik vorgestellt mit der sich Arbeitsschritte vom Fahrzeug an den Schreibtisch verlagern lassen, wodurch eine wesentliche Erleichterung im Serienanpassungsprozess entsteht. Abschließend werden Möglichkeiten einer stärkeren Vernetzung der Audioabstimmung mit der Abstimmung aktiver Systeme diskutiert.

Do. 10:00 Kiew

Fahrzeugakustik III

Untersuchung der Richtungsortung von akustischen Warneinrichtungen für bevorrechtigte Wegebenutzer im Innenraum von Kraftfahrzeugen

Matthias Mändl

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Mit Hilfe von Hörversuchen wurde die Fähigkeit von Fahrzeuglenkern zur akustischen Richtungsortung von Warnsignalen bevorrechtigter Wegebenutzer (z.B. "Martinhorn") im Innenraum von Personenkraftwagen untersucht. Die Hörversuche an 75 Versuchspersonen in drei verschiedenen Fahrzeugen wurden statistisch ausgewertet und mit Kunstkopfmessungen von auditorischen Parametern (interaurale Pegeldifferenz

und Laufzeitunterschied), welche die Geräuschlokalisierung ermöglichen, verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Führer eines Fahrzeugs mit Wegerecht und eingeschalteter Warneinrichtung gerade bei typischen Kreuzungssituationen keinesfalls davon ausgehen darf, dass er nur aufgrund des Warnsignals vom Querverkehr richtig geortet werden kann.

Do. 10:20 Kiew

Fahrzeugakustik III

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Fahrzeugakustik (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 10:20 / Kiew, Poster-Forum: Do. 15:40 / Ebene 1

Donnerstag

Fahrzeugakustik (Poster)

Der Einfluss der lokalen Variation der Oberflächentextur auf die Simulation von Rollgeräusch und Rollwiderstand

Carsten Hoever^a, Thomas Beckenbauer^b und Wolfgang Kropp^a

^a*Chalmers University of Technology, Göteborg; b Müller-BBM GmbH*

Die detaillierte Beschreibung der Reifen-/Fahrbahninteraktion ist essenziell für die präzise Berechnung von Rollwiderstand und Rollgeräusch. Neben leistungsfähigen Modellen werden dabei hochwertige Eingangsdaten benötigt. Dabei spielt die Fahrbahnrauigkeit eine entscheidende Rolle. Entsprechend groß ist der Aufwand für das Scannen der Oberflächentextur: In Fahrtrichtung müssen Strecken von mehreren Metern Länge in einem Abstand von weniger als einem Millimeter gescannt werden. In lateraler Richtung kann eine geringere Auflösung akzeptiert werden; in einem früheren DAGA-Beitrag konnte gezeigt werden, dass zumeist sechs parallele Messspuren ausreichend sind. Unbeantwortet ist die Frage, wie repräsentativ Rauigkeitsmessungen in einem kleinen abgegrenzten Bereich für die komplette Fahrbahnoberfläche sind. Dies ist entscheidend für den Vergleich von Messungen und Berechnungen: Rollgeräusch- und Rollwiderstandsmessungen werden für längere Abschnitte einer Fahrbahn durchgeführt, während Simulationen auf den räumlich begrenzten Oberflächencans basieren. Zur Beantwortung dieser Frage wurde für verschiedene Oberflächen untersucht, inwieweit die Rauigkeit an unterschiedlichen Stellen einer Fahrbahn variiert. Dabei konnten für alle Oberflächen Rauigkeitsvariationen festgestellt werden. Im nächsten Schritt wurden auf den Rauigkeitsmessungen basierende Rollwiderstands- und Rollgeräuschsimulationen durchgeführt und mit Messungen über den kompletten Fahrbahnabschnitt verglichen. Es zeigt sich, dass auf einzelnen Rauigkeitsmessstellen basierenden Simulationsergebnisse deutlich variieren können. Durch Mittelwertbildung der Ergebnisse kann jedoch eine gute Übereinstimmung mit Rollgeräusch- oder Rollwiderstandsmessungen erzielt werden.

Donnerstag

Fahrzeugakustik (Poster)

Assessment of windscreen wiper actuators noise using a novel three dimensional scan based sound visualization technique.Jasper Serraris, Marcin Korbasiewicz und Daniel Fernandez Comesáñ
Microflow Technologies (NL)

NVH engineers use sound visualization techniques as key tools in their effort to localize and reduce noise. A variety of sound visualization methods have been historically developed to improve the information about the most dominant noise sources. New developments enable studying noise strength, location, radiation and distribution using visual approaches. In this paper an application of a novel 3D scan-based sound visualization technique, Scan & Paint 3D, is discussed. This technique is based on an USP probe which consists of one pressure microphone and three orthogonally positioned particle velocity sensors, closely spaced. The probe is manually moved across a sound field, whilst filming the event with a stereo infrared camera. A sphere with an asymmetric pattern of infrared reflectors is fixed to the probe so that the camera can register the position and angle of the sensor in a three-dimensional field. The application comprises the investigation of two actuators for windscreen wipers used in the automotive industry. One actuator is working properly whereas the other actuator has an audible defect. The Scan & Paint 3D system is used to visualize particle velocity distribution and sound intensity vectors to detect and rank the noise sources and localize the defect.

Sitzung „Fahrzeugakustik IV“

Do. 14:40 Kiew

Fahrzeugakustik IV

Hybrid NVH Simulation for Electrical Vehicles I - Force Excitation Model for Electrical MachineSebastian Rick, David Franck und Kay Hameyer
RWTH Aachen (IEM)

The acoustical properties of electrical vehicles have become a main concern for automobile manufacturers during recent years. When compared to combustion engines, electrical drives induce a significantly lower absolute sound pressure level in the car cabin. However, this comes at the price of increasing the dominance of formerly masked noise generated by other car components as well as electric drive components. The FVA research project No. 682 provides a fast, modifiable simulation tool starting with a model for the electrical drive train and resulting in a binaural auralization in the car cabin. The tool enables developers to freely change the properties of the electric drive components and listen to the resulting acoustics within a short time span. In this contribution a force excitation model for permanent magnet synchronous machines is introduced. The locally calculated force densities on the stator tooth are used in the following simulation stages ([NVH Model II,III]) to calculate

the acoustic emission into the car cabin. The model is validated through measurements on a test bench. The simulation is performed across the entire operating area of the electrical machine. Different modeling approaches are compared to find a trade-off between simulation time and adequate simulation results.

Do. 15:00 Kiew

Fahrzeugakustik IV

Hybrid NVH Simulation for Electrical Vehicles II - Structural Model

Matthias Wegerhoff, Ralf Schelenz und Georg Jacobs

RWTH Aachen, IME

The acoustical properties of electrical vehicles have become a main concern for automobile manufacturers during recent years. When compared to combustion engines, electrical drives induce a significantly lower absolute sound pressure level in the car cabin. However, this comes at the price of increasing the dominance of formerly masked noise generated by other car components as well as electric drive components. The FVA research project No. 682 provides a fast, modifiable simulation tool starting with a model for the electrical drive train and resulting in a binaural auralization in the car cabin. The tool enables developers to freely change the properties of the electric drive components and listen to the resulting acoustics within a short time span. For this purpose, a fully-coupled drive train simulation model is developed for the calculation of surface velocities and forces. It contains the electric machine, gearbox and side shafts of the car. Electromagnetic radial forces of the synchronous machine are applied in a three dimensional manner on the elastic stator model. Furthermore the torque, which is characterized by the magnetic detent torque, and the tooth meshing excitation, are implemented. The calculations are validated by comparison with measurements performed on a bracing test rig.

Do. 15:20 Kiew

Fahrzeugakustik IV

Hybrid NVH Simulation for Electrical Vehicles III - Acoustic Model

Johannes Klein, Gottfried Behler und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The acoustical properties of electrical vehicles have become a main concern for automobile manufacturers during recent years. When compared to combustion engines, electrical drives induce a significantly lower absolute sound pressure level in the car cabin. However, this comes at the price of increasing the dominance of formerly masked noise generated by other car components as well as electric drive components. The FVA research project No. 682 provides a fast, modifiable simulation tool starting with a model for the electrical drive train and resulting in a binaural auralization in the car cabin. The tool enables developers to freely change the properties of the electric drive components and listen to the resulting acoustics within a short time span.

This contribution introduces the hybrid acoustical transfer path model for the subsequent binaural auralization as a part of the simulation tool. It

uses the velocities and forces on the surface of the power train which have been calculated in the preceding simulation stages ([NVH Model I, II]) to calculate the acoustic emissions through air and structure borne propagation into the car cabin. The model applies a hybrid approach relying on a cylinder radiation model and transfer path measurements, which will both be presented.

Do. 15:40 Kiew

Fahrzeugakustik IV

Integration Aktiver Fahrzeugakustik-Technologien in In-Vehicle Infotainment-Systeme

Rolf Schirmacher und Stefan Kerber

Müller-BBM Active Sound Technology

Im Bereich der Fahrzeugakustik finden aktive Technologien wie Active Noise Control (ANC) oder Active Sound Design (ASD) immer breitere Anwendung. Ein Schlüsselaspekt stellt dabei die Integration mit vorhandenen Systemen im Fahrzeug, wie z.B. die Anbindung von Motor und Fahrzeugdaten oder Lautsprecher des Audio-Systems, dar.

Gleichzeitig befinden sich die Audio-Systeme im Fahrzeug in einem massiven Umbruch: war vor 30 Jahren der Begriff "Autoradio" noch durchaus angemessen, so handelt es sich heute um komplexe voll-digitale In-Vehicle Infotainment (IVI)-Systeme, die neben vielen anderen Aufgaben auch Audio-Datenströme für Verstärker und Lautsprecher bereitstellen und in die zusätzlich fahrzeugakustische Funktionen zu integrieren sind.

Ausgehend von den akustischen und regelungstechnischen Anforderungen der aktiven Fahrzeugakustik leitet der Vortrag Anforderungen an IVI-Systeme ab und stellt aktuelle und künftige Systemarchitekturen und Integrationskonzepte vor.

Do. 16:00 Kiew

Fahrzeugakustik IV

Erfahrungen mit dem FlexRay-Feldbus bei NVH-Anwendungen im Fahrzeug

Bernd Virnich

Müller-BBM VibroAkustik Systeme

FlexRay ist ein serielles, deterministisches und fehlertolerantes Feldbusystem für den Einsatz im Fahrzeugbereich und findet immer mehr Verbreitung. Mit ihm sollen die erhöhten Anforderungen zukünftiger Vernetzung im Fahrzeug erfüllt werden. Besonders interessant ist die gegenüber dem CAN-Bus um den Faktor 10 höhere Datenübertragungsrate. FlexRay ist so ausgelegt, dass Echtzeit-Fähigkeit und Ausfallsicherheit im Vordergrund stehen. In dem Beitrag werden erste Erfahrungen im Einsatz für NVH-Messungen diskutiert. Die Schnelligkeit erlaubt es, auch dynamische Daten in Echtzeit über den Bus zu übertragen. Es wird die mögliche Abtastrate untersucht und die systembedingten Latenzzeiten beschrieben. Da auch die Drehzahl zur Verfügung steht, wird abgeschätzt, ob sich Vorteile gegenüber CAN-Bus und OBD-2 ergeben.

Die Anregung zu dem Beitrag stammt aus dem Herbstworkshop 2014 des Fachausschuss Fahrzeugakustik. Auf der Basis von aktuellen Messungen mit Beschleunigungssignalen und Drehzahlinformationen wird die Eignung von Flexray für NVH-Messungen dargestellt. Als Referenzsignal dienen jeweils die gleichzeitig über optischen Sensor aufgezeichnete Drehzahl und für Beschleunigungssignale ein örtlich nah geklebter B-Aufnehmer.

Do. 16:20 Kiew

Fahrzeugakustik IV

Messung der Track Decay Rate und die erreichbare Genauigkeit

Helmut Venghaus

ACCON GmbH

Bekanntermassen eignet sich die Track Decay Rate (TDR) als eine Größe zur Abschätzung der Schallemissionen fahrender Züge. Die EN 15461 beschreibt den Messvorgang und das Rechenverfahren zur Bestimmung der TDR. Es wird an Hand von Beispielen die Schwierigkeit bei den Messungen aufgezeigt, die eine exakte Bestimmung der TDR einschränkt. Es werden Ansätze vorgestellt, mit denen eine statistische Aussage über die gewonnenen Daten ermöglicht wird und somit eine Aussage über die Qualität der Mess- und Berechnungsdaten der TDR gegeben ist.

Sitzung „Lärm am Arbeitsplatz I“

Do. 8:40 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz I

Lärmbelastungssituation für das Personal in Kindertagesstätten

Jürgen Mause

Institut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin

In Kindertagesstätten (Kitas) sind Erzieher(innen) und Kinder vielfach hohen Geräuschbelastungen ausgesetzt. Das wirkt sich nicht nur auf die sprachliche Kommunikation sondern auch auf das Konzentrationsvermögen und die Aufmerksamkeit aus. Für das Personal ergibt sich daraus eine zusätzliche Stressbelastung und zugleich eine hohe stimmliche Belastung. Im Rahmen eines Projektes zur Erfassung der Gesamt-Belastungssituation des Personals in Kitas wurden neben den Belastungen des Muskel-Skelett-Systems und des Herzens auch die Geräuschbelastungen für Erzieher(innen) erfasst. Dabei wurden in 9 verschiedenen Kitas in Rheinland-Pfalz, in Nordrhein-Westfalen und in Hessen mit Hilfe von Personen-Schalldosimetern jeweils die Schalldruckpegel im 1-Minuten-Raster aufgenommen. Gemessen wurden die Belastungen für 18 Erzieherinnen über insgesamt 60 Arbeitsschichten. Gemittelt über die Arbeitsschicht ergaben sich in der Regel äquivalente Dauerschallpegel LAeq von mehr als 80 dB. Auf der Grundlage der durchgeföhrten Tätigkeitsanalysen wurden die gewonnenen Ergebnisse differenziert nach Tätigkeiten ausgewertet. Damit lassen sich die Geräuschbelastungen und Pegelverteilungen für unterschiedliche Aktivitäten angeben,

beispielsweise für Spiele, Sport, Besprechungen, Essen und Mittags-schlaf.

Do. 9:00 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz I

Lärm im Krankenhaus

Wolfgang Posseth

AUVA, Wien

In Krankenhäusern kommt es zu vielfältigen Lärmentwicklungen, welche zu störenden Lärmelastungen für die Arbeitnehmer führen. Dabei handelt es sich einerseits um Lärmentwicklung im Zuge von medizinischen Behandlungen (z.B. Stoßwellentherapie), aber auch um problematische Lärmentwicklung im Zuge der Pflege von Patienten während des Krankenhausaufenthaltes (Alarme von Überwachungsgeräten, Gespräche, Türenzuschlagen). Weiteres kommt es häufig zu störenden Lärmelastungen in Laborräumen von Krankenhäusern. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse von Beratungen, welche zum Thema Lärmminde-rung am Arbeitsplatz in Krankenhäusern durchgeführt wurden, präsentiert. Es werden die wichtigsten Lärmquellen auf einer Intensivstation eines Spitals dargestellt und konkrete Schallschutzmaßnahmen an diesen Quellen betrachtet. Weiters wird die schallmindernde Wirkung einer baulichen Abtrennung mit Plexiglaswänden zwischen einer Schwesternstation und den Patientenbetten im gleichen Raum präsentiert. Dieser Betrag soll einen Überblick über relevante Lärmquellen in Krankenhäu-sern geben und mögliche Lärmminderungsmaßnahmen an den einzelnen Schallquellen aufzeigen.

Do. 9:20 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz I

Neue Techniken bei der computergestützten Planung von Lärmmin-de-rungsmaßnahmen für maschinenbestückte Arbeitsstätten

Fabian Probst

DataKustik GmbH

Neue Entwicklungen bei der schalltechnischen Prognose des Lärms in Arbeitsstätten ermöglichen eine wesentlich verbesserte Verzahnung zwischen Maschinenherstellern, Planern und Betreibern von Arbeitsstätten sowie den für diese Bereiche zuständigen Überwachungsbehörden. Die lärmverursachenden Maschinen werden nicht mehr bei jedem Pla-nungsvorgang getrennt modelliert, sondern können vom Maschinenher-steller als Datensatz in einer Art Variantenkonstruktion vorbereitet und dem potentiellen Maschinenkäufer als Lärminformation mitgeliefert wer-den. Ein virtuelles Maschinenmodell zur Lärmprognose ist eine geome-trisch festgelegte Anordnung unterschiedlicher Körper wie Blöcke und Platten, denen die Werte der akustischen Parameter wie Absorption, Reflexionsart und Transparenz wie auch die Schallabstrahlung in den relevanten Frequenzbändern zugeordnet sind. Die Generierung des akus-tischen Ersatzmodells einer Maschine aus einem Baukasten dieser Ele-mente erfolgt auf der Basis einer Messung der Geräuschemission nach

Normen der Reihe DIN ISO 3740. Die Position des zugeordneten Arbeitsplatzes ist ebenfalls Teil der Maschinendefinition, wodurch die nach Maschinenlärminformationsverordnung anzugebenden Emissionskennwerte LWA und LpA strenge Berücksichtigung finden. Ist solch ein virtuelles Maschinenmodell einmal generiert, kann es als Untergruppe an jede Position einer Gesamtanlage eingefügt und so der Lärmprognose zugrunde gelegt werden. Diese mit Förderung des BMWi entwickelte Technik eröffnet neue Wege der Planung von lärmarmen Arbeitsstätten.

Do. 9:40 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz I

Vergleich verschiedener Messsysteme zur Ermittlung der individuellen Schalldämmung von Gehörschutzstöpseln

Sandra Dantscher

Institut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin

In den letzten Jahren wurden verschiedene Messsysteme auf den deutschen Markt gebracht, mit deren Hilfe die individuelle Schalldämmung von Gehörschutzstöpseln ermittelt werden kann. Teilweise werden diese Geräte bereits von Betriebsärzten oder Sicherheitsfachkräften in Betrieben oder von Gehörschutzherstellern eingesetzt.

Die hier vorgestellte Studie wurde vom Sachgebiet Gehörschutz des Fachbereichs Persönliche Schutzausrüstungen der DGUV in Zusammenarbeit mit der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe und dem Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) durchgeführt. Dabei wurden fünf solcher Messsysteme im direkten Vergleich zueinander getestet.

Wie das Ergebnis zeigt, unterstützt die individuelle Messung der Schalldämmung prinzipiell eine optimale Gehörschutzauswahl zur Vermeidung von Unter- und Überprotektion. Jedoch können sich zwischen den Messsystemen teilweise Abweichungen ergeben.

Die Analyse der Daten betrachtet zum einen die Abweichungen der Systeme untereinander für dasselbe Personenkollektiv und zum anderen die Unterschiede zu den Schalldämmwerten aus der Baumusterprüfung für die untersuchten Gehörschutzstöpsel.

Do. 10:00 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz I

Handlungsanleitung für audiometrische Verfahren zur Bestimmung der individuellen Schalldämmung von Gehörschutz

Peter Sickert

BG Holz und Metall

Neben der generellen Gehörschutztragepflicht an Lärmarbeitsplätzen entwickelt sich die Individualversorgung mit Gehörschutz für Personen mit Hörminderung, aber auch die individuelle Auswahl und Benutzung von Gehörschutz für alle Beschäftigten.

Dabei ist eine individuelle Bestimmung der Dämmwirkung erforderlich. So kann Gehörschutz genauer an die individuelle Lärm situation und das Hörvermögen des Benutzers angepasst werden und erreicht die volle

Schutzwirkung bei minimaler Beeinträchtigung der akustischen Wahrnehmung des Benutzers.

Dementsprechend wurden in den letzten Jahren verschiedene Messsysteme auf den Markt gebracht, mit deren Hilfe die individuelle Schalldämmung von Gehörschutz ermittelt werden kann. Teilweise werden diese Geräte bereits in den Betrieben oder von Gehörschutzherstellern eingesetzt. Neben Spezialprodukten einzelner Hersteller werden audiometrische Messverfahren in verschiedenen Varianten angewendet, wobei die Hörschwelle mit und ohne Gehörschutz bestimmt wird. Die Differenz der beiden Schwellen wird als Maß für die Schalldämmung verwendet.

Im Beitrag wird die Integration der Gehörschutzkontrolle in die arbeitsmedizinische Gehörvorsorge, das prinzipielle Vorgehen beim Einsatz audiometrischer Messsysteme und die Handhabung der auf dem Markt verfügbaren Audiometer beschrieben. Auf die Interpretation der gewonnenen Messergebnisse sowie auf die zu erwartenden Messfehler und Möglichkeiten der Fehlerreduzierung wird eingegangen.

Do. 10:20 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz I

Der Hearwig als Gehörschutz für Musiker in der Praxis

Andrea Wolff

Institut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin

Der Hearwig stellt einen neuartigen Ansatz des Gehörschutzes für Musiker dar. Dabei lehnt sich der Musiker vor allem während der eigenen Spielpausen mit dem Kopf in eine schalldämmende Halbschale zurück. Er kann den Kopf jederzeit aus dem Hearwig entfernen und so unbehindert zu spielen.

Bislang gibt es nur wenige praxisbezogene Untersuchungen zur Schalldämmung dieses Produkts. Wir stellen die Ergebnisse unserer Messungen zur effektiven Schalldämmung des Hearwig vor. Dabei handelt es sich um Labormessungen mit einem Kunstkopf und um subjektive Hörschwellenmessungen mit Versuchspersonen. Weiterhin wurden praktische Messungen im Orchester durchgeführt. Wir diskutieren die Ergebnisse dieser Untersuchungen und deren Konsequenzen für den praktischen Einsatz des Hearwigs.

Sitzung „Lärm am Arbeitsplatz II“

Do. 14:40 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz II

40 Jahre Gehörschadenprophylaxe der Suva - Entwicklungen, Erfahrungen, ResultateBeat W. Hohmann*Suva, Luzern (CH)*

Seit mehr als 40 Jahren führt die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Suva ein Gehörschadenprophylaxe-Programm mit heute 5 mobilen Untersuchungseinheiten (Audiomobilen) und einer zentralen Datenbank für die rund 200'000 lärmgefährdeten Beschäftigten aller Branchen - von Forstarbeitern bis Berufsmusikern - in der ganzen Schweiz durch. Zwar wurde das Programm auf der technischen und der medizinischen Seite ständig weiter entwickelt, aber die hohe Konstanz der Datenerfassung erlaubt doch Auswertungen über Jahrzehnte, welche verschiedene Entwicklungen aufzeigen, insbesondere bei der Anzahl, bei der Lärmbelastung und beim Hörvermögen der untersuchten Personen. Die Anzahl lärmgefährdeter Beschäftigter ist stark geprägt vom schwankenden konjunkturellen Verlauf. Konjunkturbereinigt zeigt sich eine deutliche Abnahme der Lärmgefährdeten, was auf Fortschritte der technischen Lärmbekämpfung sowie auf strukturelle Änderungen (Auslagerung lärmintensiver Arbeitsplätze ins Ausland, Verlagerung in den Dienstleistungsbereich) zurückzuführen ist. Der Anteil untersuchter Personen mit Hörschäden hat von über 30 % auf unter 10 % abgenommen, was sich aber in den Schadefällen noch nicht widerspiegelt. Überraschend und erfreulich ist die Erkenntnis, dass sich das Hörvermögen der Lehrlinge nicht verschlechtert hat - im Gegenteil.

Do. 15:00 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz II

Neue Techniken bei der schalltechnischen Planung von BürolandschaftenWolfgang Probst*DataKustik GmbH*

Während die schalltechnische Planung in maschinenbestückten Produktionsbereichen überwiegend auf die Sicherstellung ausreichend niedriger Schalldruckpegel ausgerichtet ist, spielt an den Büroarbeitsplätzen in Verwaltungsbereichen die Störung durch verstehbare Sprachinformationen eine wesentliche Rolle. Verfahren zur computergestützten Planung müssen neben der Simulation von Schallquellen wie technischen Geräten und sprechenden Personen und der Berechnung der Schallausbreitung unter Einbeziehung der akustisch relevanten Möblierung auch die Übertragung von Sprachinformation einbeziehen. Eine auf dem Sound Transmission Index STI nach IEC 60268-16 basierende Technik wurde in ein derartiges schalltechnisches Planungssystem integriert. Die akustisch relevanten Einrichtungsgegenstände wie Tische, Stühle,

Stellwände und Schränke werden als "akustisches Layer" über geeignete Schnittstellen aus der von den Herstellern verwendeten Layout-Software generiert. Die Grundzüge eines früher im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz entwickelten Verfahrens, welches jetzt mit Förderung des BMWi in einem Softwaresystem umgesetzt wurde, werden demonstriert und es wird aufgezeigt, welche Verfahrensschritte geeignet sind, um die Anforderungen hinsichtlich Nachhallzeit, Beurteilungspegel und Verstehbarkeit oder auch Nicht-Verstehbarkeit der Sprache von fremden Arbeitsplätzen zu erfüllen.

Do. 15:20 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz II

Expositionsdauer und Labeling beeinflussen die subjektive Bewertung von Maskierschall für Bürolärm

Sabine Schlittmeier

KU Eichstätt-Ingolstadt

Bürolärm ist in Gruppen- und Großraumbüros die häufigste Quelle von Beschwerden, wobei insbesondere gut verständliche Hintergrundsprache als störend erlebt wird. Eine Möglichkeit der Lärbekämpfung besteht darin zusätzlichen Schall einzubringen, der die Sprachverständlichkeit reduziert bzw. störende Schallanteile maskiert. Sogenannte Sound-Masking-Systeme emittieren zu diesem Zweck in der Regel kontinuierliches Rauschen, dem allerdings eine niedrige Akzeptanz bei den Betroffenen nachgesagt wird. Dementsprechend ist man auf der Suche nach Alternativen, die gute Maskiereigenschaften aufweisen und zugleich subjektiv besser - oder zumindest nicht schlechter - bewertet werden.

Es werden zwei Pilotstudien vorgestellt, die sich mit der Abhängigkeit der subjektiven Bewertung eines Maskierschalls von Expositionsdauer und Labeling befassen. In Experiment 1 zeigten sich bereits nach einer relativ kurzen Phase konzentrierten Arbeitens unter Maskierschall (10-30 min) Verschiebungen in dessen Bewertung. Dies traf sowohl auf kontinuierliches Rauschen zu, wie auch auf einen exemplarisch geprüften Multi-Komponenten-Maskierer, bei dem das Rauschen mit einer Melodie unterlegt war. Experiment 2 demonstriert, dass das Labeling eines Maskierschalls dessen subjektive Bewertung verändern kann. Ein- und derselbe kontinuierliche Schall wurde deutlich positiver bewertet, wenn er als "natürliches Geräusch eines Wasserfalls" eingeführt wurde im Vergleich zur Etikettierung als "künstliches Rauschen".

Die Ergebnisse werden mit Blick auf die Ergebnisse anderer Studien zur subjektiven Bewertung unterschiedlicher Maskierschalle diskutiert.

Do. 15:40 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz II

Sound Masking in Büroumgebungen - Notwendigkeit, Bedenken, Nutzen

Andreas Liebl und Maria Kittel

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik

Sound Masking - zielgerichtete Überlagerung von störendem Bürolärm durch natürliche oder künstliche Geräusche - ist in deutschen Büroumgebungen wenig verbreitet und wird kontrovers diskutiert. Neben organisatorischen Maßnahmen, Schirmung und Absorption ist Sound Masking ein Mittel zur akustischen Konditionierung von Büroumgebungen. Insbesondere wenn der Grundgeräuschpegel in offenen Büroumgebungen niedrig und die Sprachverständlichkeit hoch ist, fühlen sich die Beschäftigten von Hintergrundssprechen häufig gestört. Sound Masking ist ein mögliches Mittel zur Reduzierung der Störung durch Hintergrundssprechen. Allerdings gilt es das richtige Maß zu finden und Quantität sowie Qualität des Maskiergeräusches vor dem Hintergrund von Maskierwirkung und dem immanentem Belästigungspotential abzuwägen. Der Beitrag zeigt den potentiellen Bedarf für Sound Masking vor dem Hintergrund aktueller Richtlinien auf und geht auf mögliche Probleme sowie Lösungsansätze auf Basis empirischer Forschungsarbeiten ein.

Do. 16:00 Kopenhagen

Lärm am Arbeitsplatz II

Auswirkungen von Fluglärm an Grundschulen auf den Unterricht. Ergebnisse aus der Lehrerbefragung der NORAH-KinderstudieKirstin Bergström^a, Jan Spilska^a, Jochen Mayerl^b, Ulrich Möhler^c, Thomas Lachmann^a und Maria Klatte^a^a TU Kaiserslautern; ^b TU Kaiserslautern, FB Sozialwissenschaften;^c Möhler + Partner Ingenieure AG

Im Kindermodul der interdisziplinären Lärmwirkungsstudie NORAH (Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health) wurden die Auswirkungen von Fluglärm an Grundschulen auf kognitive Leistungen und Lebensqualität bei über 1.200 Zweitklässlern im Umfeld des Flughafens Frankfurt/Main untersucht. Im Rahmen dieser Studie wurden auch Befragungen der Klassenlehrkräfte (N=85) zu den Auswirkungen des Fluglärm auf den Unterricht durchgeführt. 95 Prozent der Lehrkräfte aus den hoch fluglärmexponierten Schulen ($55 \text{ dB} \leq \text{LA,eq,08} \leq 59 \text{ dB}$) beurteilten die Unterrichtsbelastung durch den Fluglärm als "hoch" oder "sehr hoch". Die Belastung resultiert insbesondere aus häufigen Unterbrechungen des Unterrichtsgesprächs und merklichen Ablenkungen der Kinder bei Fluglärmereignissen sowie aus der Notwendigkeit, die Fenster während des Unterrichts auch bei warmem Wetter geschlossen zu halten. Zudem werden Unterrichtsaktivitäten im Freien wegen des Fluglärm eingeschränkt. Die Korrelation zwischen den Belastungsurteilen und den Fluglärmpegeln an den Schulstandorten betrug 0.85. Die Höhe dieses Zusammenhangs dokumentiert die Validität der Beurteilungen. Relevanz und Implikationen der Befunde werden diskutiert.

Sitzung „Musikalische Akustik“

Do. 8:40 Oslo

Musikalische Akustik

Model-based auralizations of violin sound trends originating from plate tuning and from bridge tuningRobert Mores*Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg*

Luthiers routinely tune ring- and X-modes of top and back plates (pre-assembly) as well as the bridge (post-assembly, with sound post), and usually they consider these two as being the most important determiners of sound. Plate modes relate to plate thickness and therefore to the critical frequency f_{crit} for radiation. Empirical data on relations between air modes, non-assembled plate modes, and body modes encouraged parametric modelling of a violin radiativity profile $R(f)$ using only the two parameters f_{crit} and f_{rock} (bridge) to capture general sound trends [Bissinger, JASA, 2012]. $R(f)$ is transformed to a minimal-phase non-ringing FIR filter to auralize related sound trends while varying these two parameters. Auralizations were created by applying this filter to a bowed-string driving force measured at the bridge of a solid-body violin.

Do. 9:00 Oslo

Musikalische Akustik

Harmonisch-Perkussiv-Rest Zerlegung von Musiksignalen

Jonathan Driedger und Meinard Müller

International Audio Laboratories Erlangen

Die Zerlegung von komplexen Musiksignalen in semantisch interpretierbare Einzelbestandteile ist eine zentrale Fragestellung der Musiksignalverarbeitung. Einige dieser Bestandteile sind von harmonischer Natur, die sich als horizontale Strukturen in Zeit-Frequenz-Darstellungen niederschlagen. Andere Bestandteile sind eher perkussiv und führen zu vertikalen Strukturen. Basierend auf diesen Beobachtungen wurden in der Vergangenheit unterschiedliche Verfahren zur harmonisch-perkussiven Zerlegung von Audiosignalen entwickelt. Ein Problem dieser Verfahren besteht darin, dass alle Bestandteile des Audiosignals entweder der harmonischen oder der perkussiven Komponente zugeordnet werden. Dies ist allerdings nicht immer sinnvoll, da es auch rauschartige oder fluktuierende Bestandteile geben kann, die weder harmonisch noch perkussiv sind. In diesem Beitrag berichten wir von einem neuartigen Verfahren, bei dem ein Signal in drei Komponenten zerlegt wird: eine klar harmonische, eine klar perkussive, sowie eine dazwischenliegende Restkomponente. Die Zerlegung lässt sich hierbei durch einen Trennungsparameter beeinflussen. Exemplarisch zeigen wir, wie sich diese flexible Zerlegung für die Verbesserung gängiger Audiomerkmale zur Erfassung tonaler oder rhythmischer Signalcharakteristika einsetzen lässt. Eine weitere vielversprechende Anwendung besteht im Bereich der Quellentrennung, bei der zum Beispiel die Singstimme aus einer polyphonen Musikaufnahme herausgetrennt werden soll. Hier enthält die

Restkomponente oft die für den Gesang sehr typischen Bestandteile die zu Vibrato und Glissando korrespondieren.

Do. 9:20 Oslo

Musikalische Akustik

Spielbewegungen von Musikinstrumenten und deren Bedeutung für das Klangergebnis - Ein experimentelle Analyse durch Motion Tracking klassischer Orchesterinstrumente und Auralisation der Bewegungsdaten

Dominik Steger, Hauke Egermann und Stefan Weinzierl

TU Berlin, FG Audiokommunikation

Die vorliegende Studie geht der Frage nach, inwieweit sich die Bewegung von Musikern und ihrer Instrumente bei der Live-Darbietung klassischer Musik auf den Klangeindruck beim Hörer auswirken. Um dies empirisch zu überprüfen, wurde die Position und die Orientierung von 11 klassischen Orchesterinstrumenten bei einem Live-Auftritt unter konzertähnlichen Bedingungen durch ein Motion Tracking System aufgenommen. Insgesamt 20 Musiker spielten sowohl stehend als auch sitzend je drei Stücke unterschiedlichen Charakters. Auf der Grundlage vorhandener Richtcharakteristiken für jedes der Instrumente und auf der Grundlage einer statistischen Analyse der Bewegungsbereiche wurden sowohl für den Direktschall als auch für das Schallfeld in einer typischen Konzertsaal-Situation Impulsantworten für verschiedene Orientierungen der Schallquelle simuliert. Die in einer Software zur raumakustischen Simulation berechneten Impulsantworten wurden durch ein Terzbankfilter an diskreten Frequenzstützstellen ausgewertet. Die so präzisierten Abweichungen pro Frequenzband lassen sowohl für den Direktschall und den nachhallbehafteten Fall als auch für den stehenden und sitzenden Fall eine hörbare Modulation des Klangeindrucks durch die typischen Bewegungen von Musikern erwarten. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass das Fehlen der bei raumakustischen Simulationen typischerweise nicht berücksichtigten Bewegungen musikalischer Schallquellen für eine häufig bemängelte "Lebendigkeit" von Auralisationen mitverantwortlich sein könnte.

Do. 9:40 Oslo

Musikalische Akustik

Grammophon und Gesangsstimme: Untersuchungen zur Akustik früher Aufzeichnungs- und Abspielgeräte

Karin Martensen, Polina Zakharchuk, Malte Kob und Rebecca Grotjahn
Hochschule für Musik Detmold

In der Fachliteratur heißt es, dass durch die Schallaufzeichnungs methode mittels Grammophon nur ein Frequenzspektrum von ca. 160 Hz bis ca. 3000 Hz erfasst werden konnte. Erst mit der Einführung elek trischer Aufnahme- und Abspielsysteme sei dieser Bereich signifikant erhöht worden. Demzufolge konnten die Aufnahmegeräte in dieser Epo che Frequenzen unterhalb des Tons e und oberhalb des Tons c“ nicht

abbilden bzw. diese seien (wegen des Verlusts der Obertöne) nur verzerrt darstellbar gewesen. Eine hohe Sopran- bzw. eine tiefe Bassstimme habe daher dumpf und unschön geklungen. Dem steht entgegen, dass Sänger wie Fjodor Schaljapin und Sängerinnen wie Luisa Tetrazzini mit großem finanziellem und beruflichem Erfolg Tonaufnahmen veröffentlichten. Und auch für die Plattenfirmen war das Grammophon geradezu eine "Gelddruckmaschine". - Unser Vortrag wird sich darum bemühen, diese Widersprüche zu klären. Wir gehen dabei davon aus, dass die Vokalformanten von SängerInnen durch die Schallübertragung im Schalltrichter modifiziert wurden. Daher werden wir untersuchen, ob dies nur im Aufnahme- oder nur im Abspielprozess der Fall war, oder in beiden Prozessen. Die Schallübertragung eines frühen Grammophons wird gemessen und die Vokalformanten werden analysiert, insbesondere soll die Korrelation mit den Spezifika der Gesangsstimme untersucht werden.

Do. 10:00 Oslo

Musikalische Akustik

Methodik zur Messung von Raumimpulsantworten für reale virtuelle Klänge

Jakob Rohr und Gerhard Krump
Technische Hochschule Deggendorf

Die Bedeutung von Musik in Filmen, Fernsehen, Videospielen und Werbung nimmt angesichts der Vielzahl von Produktionen stetig zu. Um die steigende Nachfrage zu befriedigen, wird ein Großteil dieser Kompositionen virtuell am Computer erstellt. Dies hat jedoch den Nachteil, dass sie im Vergleich zu realen Musikaufnahmen synthetisch klingen und der räumliche Klangeindruck fehlt. Durch eine neue Methode der Raumimpulsantwortmessung wird ein Faltungshall erstellt, der einem virtuellen Stück mehr räumlichen Klangcharakter verleiht. Durch genaue Analyse der Abstrahlcharakteristiken der Instrumente und sorgfältig ausgewählte Lautsprecheranordnungen wird eine ähnliche Anregung des Raumes, wie sie von dem jeweiligen Instrument an seiner Position erfolgen würde, nachgebildet und gemessen. Damit wird ein Faltungshall erzeugt, der keinerlei zusätzliche Einstellungen benötigt. Ein Hörvergleich zwischen einer realen Orchesteraufnahme und entsprechenden virtuellen Kompositionen verdeutlicht die dadurch erzielbaren Verbesserungsmöglichkeiten beim räumlichen Klangeindruck.

Do. 10:20 Oslo

Musikalische Akustik

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. nächste Seite)

Sitzung „Musikalische Akustik (Poster)“

Kurvvorträge: Do. 10:20 / Oslo, Poster-Forum: Do. 15:40 / Ebene 1

Donnerstag

Musikalische Akustik (Poster)

Zur dynamischen Strukturmechanik und Akustik von Triangel und ähnlichen MusikinstrumentenNicolai Stenzel, Frank Kameier und Michael Oehler*FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering*

Numerische Simulationen sind heutzutage in fast allen technisch-naturwissenschaftlichen Fachgebieten zu einem zuverlässigen und effizienten Werkzeug gereift. Auch in der Akustik halten computergestützte Methoden mehr und mehr Einzug. Vor allem im Bereich der Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) fehlt es jedoch bisher an erprobten, zuverlässigen Methoden. Im Rahmen einer Masterthesis soll das vorhandene Knowhow des ISAVE der FH Düsseldorf zu numerischen Strömungs-simulationen, FEM-Berechnungen und Akustik genutzt werden, um eine Methode zur schnellen Simulation von akustischen Problemstellungen zu entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Schwingungsübertragung von Festkörpern auf Fluide und der resultierenden Schallentwicklung. Im Sinne einer Verbindung von persönlichen Interessen und Studium, soll außerdem eine Brücke zur musikalischen Akustik geschlagen werden. Als Testgeometrie für die Entwicklung der numerischen Methode bieten sich gestimmte Idiophone, wie Triangeln, Glöckenspiel oder Stimmgabeln an. Diese haben den Vorteil, dass sich ein Experiment zur Validierung der Simulationsergebnisse einfacher realisieren lässt, als es bei komplexeren Instrumenten der Fall wäre. Ein weiterer Vorteil solcher Geometrien ist die gleichermaßen gute Anwendbarkeit auf Aufgaben aus der musikalischen, wie auch der technischen Akustik. Die entwickelte Methode soll dann etwa darauf angewandt werden den Einfluss der Anschlagsstelle auf den Klang einer Triangel zu untersuchen oder den Einfluss der genauen Geometrie (Knicke) zu beschreiben.

Donnerstag

Musikalische Akustik (Poster)

Lautheit und Anteil tiefer Frequenzen in Aufnahmen populärer Musik seit 1965Michael Oehler^a, Christoph Reuter^b und Isabella Czedik-Eysenberg^b^a*FH Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering;*^b*Universität Wien, Musikwissenschaftliches Institut*

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Entwicklung der Lautheit, des Dynamikumfangs sowie des Energieanteils in den tiefen Frequenz-bändern in Aufnahmen populärer Musik. Ein Ziel war es, den Begriff der populären Musik zu operationalisieren, um mit einer robusten ausbalan-cierten Stichprobe einen spezifischen und wirtschaftlich relevanten Mu-sikmarkt zu untersuchen. Entsprechend besteht die Stichprobe aus den ersten 40 Plätzen der deutschen Jahresendcharts von 1965 bis 2013

(Musikmarkt/Media Control). Neben einem Vergleich unterschiedlicher Maßzahlen, wie z.B. LKFS und dBFS RMS, stand die Betrachtung der Entwicklung der letzten Jahre im Mittelpunkt. Es sollte analysiert werden, ob sich die EBU-Empfehlung R 128, ein Regelwerk zur Lautheitsaussteuerung von Audiosignalen, auch in neueren Musikproduktionen niederschlägt. Im Hinblick auf die langfristige Entwicklung der analysierten Parameter korrespondieren die vorliegenden Ergebnisse mit den Ergebnissen der meisten älteren Studien (Vickers 2011, 2010; Campbell et al. 2010; Viney 2008): es konnte ein signifikanter Anstieg der Lautheit, eine Abnahme des Dynamikumfangs sowie eine gesteigerte Bedeutung der tieffrequenten Signalanteile seit 1965 nachgewiesen werden. Die in einigen neueren Studien angeführte Verlangsamung bzw. Umkehr dieses Prozesses seit 2005 (Katz 2014; Ortner 2012; Deruty 2011) war jedoch nicht zu beobachten. Besonders seit 2011 ist erneut eine deutliche Abnahme des Dynamikumfangs sowie ein Anstieg der Lautheit evident.

Sitzung „Audiologische Akustik“

Do. 14:40 Oslo

Audiologische Akustik

Zeitgleiche Messung von Otoakustischen Emissionen und Akustisch Evozierten Potentialen zur Abschätzung von Kompression im peripheren Auditorischen System

Bastian Epp und Raul Sanchez

Technical University of Denmark

Das auditorische System von Säugetieren zeigt eine kompressive Eingangs/Ausgangs-Wachstumsfunktion (Kompression) als Funktion der Schallintensität, welche physiologischen Studien zu Folge mindestens zum Teil ihren Ursprung im Innenohr (Cochlea) hat. Es wurden sowohl psychoakustische, als auch Methoden basierend auf Otoakustischen Emissionen (OAEs) vorgeschlagen, diese Kompression nicht-invasiv zu messen. Psychoakustische Methoden sind sehr zeitaufwendig, und Otoakustische Emissionen zeigen eine starke Variabilität, was die Interpretation der Ergebnisse erschwert. Kürzlich wurde eine Methode vorgeschlagen, Kompression mit Hilfe von akustisch evozierten Potentialen (AEP) zu messen. Diese Methode nutzt als Stimulation eine Kombination von sinusförmig amplitudenmodulierte Töne (SAM) bei verschiedenen Pegeln um gleichzeitig die Wachstumsfunktion bei verschiedenen Frequenzen zu messen. In diesem Beitrag wird untersucht, inwiefern die während der Messung von AEP im Ohrkanal aufgenommenen Signale genutzt werden können, um OAEs, und somit Informationen über die cochleäre Verarbeitung, zu extrahieren. Die Stimulation war identisch mit der Stimulation während der Messung der AEP. Mit Hilfe einer Variante der Methode zur Messung von Stimulus-Frequenz Otoakustischen Emissionen (SFOAE) wurden Information über lokale Verarbeitung innerhalb der Cochlea extrahiert. Die Ergebnisse zeigen

qualitative Übereinstimmung mit SFOAE Wachstumsfunktionen. Das simultane Messen von OAE Wachstumsfunktionen und AEP bietet Möglichkeiten zur zeitgleichen Messung von Kompression mit zwei Methoden ohne zusätzlichen Messaufwand.

Do. 15:00 Oslo

Audiologische Akustik

Reziproke Messung des akustischen Feedbackpfades bei Hörgeräten

Tobias Sankowsky-Rothe und Matthias Blau

Jade Hochschule Oldenburg, Inst. f. Hörtechnik u. Audiologie

Die Messung des akustischen Feedbackpfades bei Hörgeräten erfordert die Erzeugung von Schalldruckpegeln im Gehörgang, die am Hörgerättemikrofon außen am Ohr aufgenommen werden. Dies führt zum Teil dazu, dass entweder der Schalldruckpegel am Trommelfell des Hörgeräteträgers extrem hoch ist, oder aber der Feedbackpfad nicht sicher bestimmt werden kann. Um dieses Problem zumindest unter experimentellen Bedingungen zu lösen, wurde untersucht, ob der Feedbackpfad auch reziprok gemessen werden kann. Hierbei wurden nach dem Reziprozitätsprinzip die Positionen von Quelle und Empfänger getauscht.

Normale und reziproke Messungen des Feedbackpfades wurden an einem Kunstkopf mit variabler Gehörgangsgeometrie und mit verschiedenen Otoplastiken (belüftet/offen) durchgeführt. Es zeigt sich, dass der Feedbackpfad durch eine reziproke Messung mit sehr hoher Genauigkeit bis etwa 5 kHz bestimmt werden kann.

Do. 15:20 Oslo

Audiologische Akustik

Analysis of the Influence of Repositioning Hearing Aids on Interaural Time Difference (ITD) Errors of Bilateral Directional Microphones in Hearing Aids.

Emmanuel Veranyuy Mfon, Giso Grimm und Volker Hohmann

CvO Universität Oldenburg, Mediz. Physik, Cluster of Excellence Hearing4all

Hearing impaired persons often can localize sounds better without than with hearing aids. One reason may be that some hearing aid algorithms modify the interaural cues intentionally or as an artifact. As a consequence, this can not only lead to a reduced localization performance, but may also reduce the speech-reception benefit of noise reduction systems. To investigate the effect of typical hearing-aid processing on interaural cues in more detail, this study analyses the interaural time difference (ITD) error of bilateral directional microphones. Results show that the ITD error is not affected so much by repositioning the hearing aids, but rather by the dummy head type and the individual head shape. A comparison of ITDs with the interaural group delay (IGD) reveals that the ITD error at the low frequencies is partly described by a constant phase error/offset, but also by some quantity, which remains in the IGD error. The results provide hints for potential strategies of compensating the ITD error.

Do. 15:40 Oslo

Audiologische Akustik

Sprachverstehen und akustische Lokalisation bei verschiedenen versorgten Seniorengruppen

Tobias Weißgerber, Carmen Müller, Melanie Kronlachner, Tobias Rader und Uwe Baumann

Audiologische Akustik, Universitätsklinikum Frankfurt am Main

Das Sprachverstehen in Ruhe ist bei Menschen höheren Alters im Vergleich zum Sprachverstehen im Störgeräusch in der Regel weniger beeinträchtigt. Mit zunehmendem Alter ist nicht allein der Hörsinn von Schäden betroffen. Eine Gleichgewichtsstörung führt besonders bei Verlust des Richtungshörens zu eingeschränktem Stand und Gang. Ziel der vorgestellten Studie ist deshalb die Untersuchung des Sprachverständens und der Richtungshörfähigkeit in verschiedenen Seniorengruppen. 100 Probanden (60-90 Jahre) unterteilt in die Gruppen (1) subjektiv normalhörig, (2) mit Hörgeräteversorgung, (3) Cochlea-Implantat-Nutzer nahmen an der Studie teil. Neben der klinischen Standardaudiometrie wurde das Sprachverstehen im Störgeräusch in zwei Lautsprecherkonfigurationen (S0N0 und Multi-Source Noise Field, MSNF) für quasi kontinuierliches Rauschen und moduliertes Rauschen ("Fastl-Noise") durchgeführt. Das Richtungshören wurde für 14 Schalleinfallsrichtungen in der Horizontalebene getestet.

Etwa 20% der Gruppe nach eigenem Empfinden normalhörender Senioren zeigte die Indikation für eine Hörgeräteversorgung auf mindestens einem Ohr. Beim Sprachverstehen im Störgeräusch (MSNF) zeigten alle Gruppen höhere Sprachverständlichkeitsschwellen im modulierten Rauschen verglichen mit kontinuierlichem Rauschen. Alle Gruppen zeigten eine deutlich geringere Genauigkeit der Lokalisation verglichen mit jüngeren Probandengruppen.

Senioren aller Studiengruppen zeigten sowohl Defizite beim Sprachverstehen im Störgeräusch als auch beim Richtungshören. Ein großer Teil der subjektiv normalhörenden Senioren könnte von einer Hörgeräteversorgung profitieren. Regelmäßige Hörtests im Alter wären daher empfehlenswert.

Do. 16:00 Oslo

Audiologische Akustik

Der Einfluss von intracochleären CI-Elektrodenträgern auf die Mittelohrtransferfunktion

David Pazen, Maike Nünning, Andreas Anagiotos, Antoniu-Oreste Gostian und Dirk Beutner

HNO Uniklinik Köln

Zur Versorgung von partiellen Taubheiten mit tieffrequentem Resthörvermögen hat sich die kombinierte akustische und elektrische Stimulation der Cochlea verbreitet. Die akustische Stimulation erfolgt durch den Luftschall eines Hörgeräts und die elektrische durch den Elektrodenträger eines Cochlea-Implantates, welcher beispielsweise durch das runde Fenster oder eine Cochleostomie inseriert werden kann.

Im Hinblick auf eine möglichst effiziente akustische Anregung der Cochlea bei kombinierter Stimulation untersucht diese Studie den Einfluss eines Elektrodenträgers sowie des Insertionsweges auf die Schallübertragung des Mittelohres. Zusätzlich wurde an nicht fixierten humanen Felsenbeinpräparaten die Fluidynamik im Innenohr evaluiert. Hierzu wurde bei akustischer Anregung im Gehörgang mit Laser Vibrometern die Bewegungen der Steigbügelfußplatte und der Membran des runden Fensters untersucht.

Es zeigt sich, dass die cochleäre Eingangsimpedanz durch ein mit Bindegewebe gepatchtes Cochleostoma etwas reduziert wird, was auch bei einer Elektrodenträgerinsertion der Fall ist. Dies führt zu einer leichten Änderung der Schwingungsform des Steigbügels. Gravierende Änderungen der Mittel- und Innenohrtransferfunktion konnten jedoch nicht festgestellt werden. Vorausgesetzt dass die Elektrodeninsertion die Innenohrstrukturen nicht beschädigt, scheinen Heil- und Vernarbungsprozesse für den Erhalt etwaigen Resthörvermögens eine große Rolle zu spielen. Diese können die Impedanz am runden Fenster nach der Operation und damit retrograd die cochleäre Eingangsimpedanz beeinflussen.

Do. 16:20 Oslo

Audiologische Akustik

Individualisierung von Hörunterstützung während eines Telefonats - Experimentelle Untersuchung der kognitiven Belastung und Nutzerakzeptanz

Simon Ciba^a, Hannah Baumgartner^a, Tobias Bruns^a und Jan Rennies^b

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bFraunhofer IDMT

In vorherigen Studien wurde gezeigt, dass viele Menschen mit Höreinschränkungen grundsätzlich von individualisierter Hörunterstützung in Telefonanwendungen profitieren würden. Bisher wurde jedoch noch nicht untersucht, ob eine vom Nutzer selbst durchgeführte Klanganpassung an seine eigenen Bedürfnisse auch während eines Telefongesprächs eingesetzt werden kann oder ob dies zu Problemen führt dem laufenden Gespräch zu folgen. In dieser Studie wurden daher die bei der Selbstanpassung auftretenden kognitiven Belastungen in einer realitätsnah nachgebildeten Gesprächssituation per Festnetztelefon experimentell erfasst. 17 leicht bis mittelgradig schwerhörige Probanden im Alter zwischen 63 und 81 Jahren sollten sich den Klang der über den Telefonhörer wiedergegebenen Sprache (mit und ohne Hintergrundkulisse am fernen Ende) über eine webbasierte Schnittstelle einstellen. Dieses "Self-Fitting" erfolgte entweder vor dem simulierten Gespräch oder zeitgleich hierzu. Die Signalverarbeitung der Hörunterstützung wurde auf einer Asterisk-Telefonanlage implementiert, so dass die reale Übertragungsstrecke einer Telefonverbindung verwendet werden konnte. Als Maß für die durch den Probanden aufgefasste Information wurden Raten korrekt wiedergegebener Wörter ermittelt. Obwohl die Ergebnisse auf

eine geringfügige, zusätzlich eingeführte kognitive Last hindeuten, verbessert die Hörunterstützung bei vorhandenen Hintergrundgeräuschen die Performanz insgesamt. Zusätzlich kamen verschiedene sowohl etablierte als auch eigens konzipierte Fragebögen zum Einsatz, deren Auswertung auf eine hohe Akzeptanz des Systems unabhängig vom Versorgungsstatus des Probanden hindeutet.

Sitzung „Lärmschutz I“

Do. 8:40 Riga

Lärmschutz I

Schallschutz mit Klimahüllen

André Jakob^a, Rudi Volz^a, Dirk Peissl^b, Andreas Apitz^b, Mike Schlaich^b
^a advacoustics - Ingenieurbüro; ^b TU Berlin, Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren - Massivbau

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wird für eine künftig durch Fluglärm belastete Kita ein Prototyp einer einerseits vor Lärm schützenden und gleichzeitig energetisch aktiven Klimahülle entwickelt. Durch diese das innere Gebäude und die Außenbereiche vollständig umschließende Klimahülle kann der Schallschutz im Gebäude erheblich gesteigert werden, und auch die Fluglärmbelastung auf die außerhalb des Kita-Gebäudes liegenden Spielbereiche wird deutlich reduziert. Gleichzeitig bleibt durch die transparente Fassade der Klimahülle der Bezug der Kinder zur Außenwelt (z. B. Wettergeschehen) erhalten.

Do. 9:00 Riga

Lärmschutz I

Passiver Schallschutz nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm: Was ist bislang passiert?

Henning Arps

GeräuscheRechner

Die *Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung* (2.FlugLSV) wurde 09/2009 ausgefertigt und veröffentlicht. Der Tagungsbeitrag nimmt die bisherige Umsetzung in den Blick. Er berücksichtigt insbesondere die bekannten Forderungen zu Verbesserungen bzw. zur Behebung vorhandener Defizite im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluLärmG) sowie der nachgeordneten Verordnungen. Die Ergebnisse einer exemplarischen Recherche an den Verkehrsflughäfen in Deutschland werden vorgestellt und diskutiert. Außerdem erfolgen Vergleiche der bisherigen Umsetzungspraxis mit den Ergebnissen der letzten bundesweiten Recherche aus dem Jahr 2006 sowie der Dokumentation über die *Kostenfolgen zur Novelle des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm* aus dem Jahr 2005.

Das Ziel der Recherche besteht darin, einen Überblick zum Stand der Umsetzung in Deutschland zu erhalten. Dabei werden Schwierigkeiten und Defizite aus der Praxis aufgezeigt sowie Empfehlungen für das zukünftige Vorgehen und Verbesserungsvorschläge (*Best-Practise Beispiele*) abgeleitet. Dabei zeigt sich, dass sowohl das Verfahren als auch

die Durchführung von Standort zu Standort variieren. Durch diese Diskrepanzen ergeben sich unterschiedliche Qualitätsmerkmale und der gewünschte bundesweite einheitliche Vollzug des Gesetzes wird nicht realisiert.

Do. 9:20 Riga

Lärmschutz I

Untersuchung von akustischen Membran-Metamaterialien mit einstellbaren akustischen Eigenschaften

Felix Langfeldt^a, Wolfgang Gleine^a und Otto von Estorff^b

^a Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg; ^b TU Hamburg-Harburg

Akustische Membran-Metamaterialien bestehen aus einer dünnen vorgespannten Membran, auf der ein oder mehrere kleine Gewichte angebracht sind. Diese Anordnung sorgt dafür, dass akustische Membran-Metamaterialien - trotz ihrer flachen Bauweise und des geringen Gewichts - so ausgelegt werden können, dass z.B. auch im tieffrequenten Bereich innerhalb schmaler Frequenzbänder das Schalldämmmaß dieser Strukturen das korrespondierende Massegesetz deutlich übersteigt. Diese Eigenschaften machen Membran-Metamaterialien insbesondere für Anwendungsbereiche wie den Flugzeugbau interessant, in denen Luftschallpfade tonaler Schallquellen wirkungsvoll gedämmt werden sollen und dabei Gewicht und Bauraum eine kritische Rolle spielen. Eine wichtige Forschungsaufgabe im Zusammenhang mit diesen Strukturen ist, herauszufinden, wie die schmalbandigen Frequenzbänder mit hoher Schalldämmung auf variable äußere Bedingungen (z.B. Temperaturänderungen, Verschiebung dominierender Töne im Anregungsspektrum) angepasst werden können. In dem vorliegenden Beitrag werden neuartige Ansätze zur Lösung dieser Fragestellung vorgestellt. Basierend auf ersten Untersuchungsergebnissen mit analytischen Modellen und Finite-Elemente-Simulationen wird das Potential dieser Lösungsansätze bei senkrechtem Schalleinfall abgeschätzt. Abschließend wird die Schalldämmwirkung dieser Lösungsansätze bewertet, indem sie mit einer konventionell ausgelegten, gleich schweren Doppelwand verglichen werden.

Do. 9:40 Riga

Lärmschutz I

Forschungsprojekt OSILAWA - Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahngeräusch bei Betondecken

Reinhard Wehr, Manfred Haider und Martin Kriegisch

AIT Austrian Institute of Technology

Aufgrund ihrer langen Lebensdauer und niedrigen Lärmemissionen sind Fahrbahndecken in Waschbetonbauweise im hochrangigen Straßennetz in Österreich weit verbreitet. In erster Linie werden dabei Bauweisen mit einem Größtkorn von 8 bzw. 11 mm verwendet. Das Forschungsprojekt OSILAWA, finanziert durch das Förderprogramm "Mobilität der

Zukunft", strebt eine weiterführende Optimierung von Betonfahrbahndecken in Bezug auf ihre akustischen Eigenschaften an. Dabei soll der Zusammenhang der 2D- sowie 3D-Fahrbahntextur und der Schallemissionseigenschaften der Fahrbahndecken erforscht werden. Das vorliegende Paper beschreibt erste Ergebnisse des Forschungsprojektes, die aus Analysen der Oberflächentextur und der Messung der Schallemission des Reifen-Fahrbahngeräusches durch Messungen nach ISO/CD 11819-2 (CPX-Methode) gewonnen wurden.

Do. 10:00 Riga

Lärmschutz I

Innovationen zum Schutz gegen Schienenverkehrslärm und die neue Schall 03

Ulrich Möhler

Möhler + Partner Ingenieure AG

In der seit dem 1.1.2015 geltenden Berechnungsvorschrift Schall 03 für den Schienenverkehr sind innovative Schallschutzmaßnahmen, wie z.B. Schienengangdämpfer und niedrige Schallschutzwände, enthalten. Außerdem sind in der Schall 03 zur Einführung neuer Technologien Nachweismethoden dargestellt, mit denen weitere Verbesserung von Schallschutzmaßnahmen erreicht werden können. Die wesentlichen akustischen Auswirkungen der bereits eingeführten Innovationen werden erläutert. Die erforderlichen messtechnischen Nachweise zur Einführung von Innovationen werden dargestellt.

Do. 10:20 Riga

Lärmschutz I

Die neue SCHALL03 - Vergleich mit dem bisher bestehenden Regelwerk anhand einer Auswahl praxisnaher Beispiele

Tim Wahl und Udo Lenz

I.B.U. GmbH

Die SCHALL03 "Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Eisenbahnen und Straßenbahnen" wird für die Berechnung von Schallimmissionen nach der Verkehrslärmschutzverordnung - 16.BImSchV für Schienenwege der Eisen- und Straßenbahnen angewendet. Nach der Neufassung im Jahre 1990 ist aktuell eine weitere Überarbeitung geplant. Diese berücksichtigt die Einführung neuer Hochgeschwindigkeitszüge, die Pflege der Schienenfahrflächen und im Bereich der Straßenbahnen konstruktive Veränderungen, wie z. B. die Niederflurtechnik mit Anordnung von Fahrzeugaggregaten auf dem Fahrzeugdach. Hierdurch ergeben sich Änderungen der Schienenverkehrsgeräusche, die in den alten Berechnungsmethoden nicht mehr ausreichend berücksichtigt werden.

In der vorliegenden Ausarbeitung werden die wesentlichen Unterschiede zwischen der bisherigen und der geplanten Ausgabe gegenübergestellt. Betroffen ist u. a. die neue Berechnung des Emissionspegels aus einem längenbezogenen Pegel der Schallleistung in Oktavbändern, im

Vergleich zur bisherigen Berechnung eines Einzahlenwertes des Schalllemissionspegels.

Anhand einer Auswahl praxisbezogener Beispieldaten wird eine vergleichende Darstellung der Berechnungsergebnisse nach aktuellem und geplantem Regelwerk durchgeführt. Die Beispiele umfassen eine Berechnung auf gerader Strecke, die Durchfahrt eines Gleisbogens sowie die Unterfahrung einer Brücke. Zusätzlich werden Schallschutzmaßnahmen entlang eines Gleises bei der Befahrung durch Niederflurfahrzeuge betrachtet. Hierbei ist von Interesse, wie sich die Berücksichtigung von zusätzlichen Lärmquellen auf dem Dach des Fahrzeugs, auf den Emissionspegel und die gegebenenfalls erforderlich werdenden Schallschutzmaßnahmen auswirken.

Sitzung „Lärmschutz II“

Do. 14:40 Riga

Lärmschutz II

Schallimmissionsschutz an Schießständen - Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen der Bundeswehr

Berthold Vogelsang^a, Hermann Lewke^b, Barbara Schmidt^c und Bernd Wiedemann^d

^aNieders. Ministerium f. Umwelt; ^bLandesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern; ^cBundesministerium der Verteidigung; ^dBundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr

Der Ausschuss Physikalische Einwirkungen (PhysE) der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat auf Wunsch des Bundesministeriums der Verteidigung einen Arbeitskreis mit dem Ziel eingerichtet, Empfehlungen für Genehmigungsbehörden zu erarbeiten, um Genehmigungsverfahren für Standortschießanlagen der Bundeswehr zu harmonisieren. Der Arbeitskreis hat seine Empfehlungen in einem „Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen“ zusammengefasst. Dieser Leitfaden beschreibt zunächst das rechtliche Umfeld einer solchen Genehmigung im Lichte des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und den untergesetzlichen einschlägigen Regelwerken, Normen und Richtlinien und begründet den Sonderfall von Schießgeräuschen bei der Ermittlung der Belästigung. Ein wichtiges Kapitel enthält eine detaillierte Beschreibung des militärischen Betriebs einer Standortschießanlage und definiert den bestimmungsgemäßen Betrieb entlang der Schießausbildungsvorschriften der Bundeswehr. Der Leitfaden nutzt den im Normenwerk DIN EN ISO 17201 beschriebenen Stand der Technik bei der Berechnung von Schießgeräuschen, um ein sachgerechtes Prognoseverfahren für Schießlärm zu begründen. Ein Berechnungsbeispiel mit Vergleich zu Messergebnissen ist ein weiterer wichtiger Teil des Leitfadens. In einem informativen Anhang werden Musternebenbestimmung vorgestellt, die unter Berücksichtigung der Sonderstellung des Bundesministerium der Verteidigung im Bundes-Immissionsschutzgesetz den Betrieb einer Standortschießanlage aus-

lärmakustischen Gründen nach Maßgabe der bestimmungsgemäßen Betriebssituationen sachgerecht beschränken können und der Überwachung zugänglich machen. In ausführlichen Ergänzungen zu dem Leitfaden werden die akustischen Verfahren dargelegt und begründet.

Do. 15:00 Riga

Lärmschutz II

Vergleich von Ruhigen Gebieten mit bestehenden Schutzgebieten

Martin Jäschke

Wiesbaden

Wie gut stimmen Ruhige Gebiete mit bestehenden Schutzgebieten nach dem Bundesnaturschutzgesetz sowie mit Wald- und Erholungsflächen überein? Die Frage wird am Beispiel des Bundeslandes Hessen beantwortet. Dort wurde im Rahmen einer Dissertation der Gesamtlärm (Straße + Schiene + Großflughafen Frankfurt) landesweit berechnet. Daraus resultieren weit über 10.000 Ruhige Gebiete in verschiedenen Ruhequalitäten und mit Flächen von 100 m² bis 53 km².

Sitzung „Soundscape“

Do. 15:20 Riga

Soundscape

Interdisziplinäre Untersuchung zur Wahrnehmung von Lärm und anderen Stressfaktoren im urbanen Raum

Jonas Stienen^a, Teresa Schmidt^b, Bastian Paas^c und Janina Fels^a

^aInstitut für Technische Akustik, RWTH Aachen; ^bCommunication Science & Human-Computer Interaction Centre, RWTH Aachen;

^cPhysikalische Geographie und Klimatologie, RWTH Aachen

In einer wachsenden Bevölkerung im urbanen Raum sind auch immer mehr Menschen Stress erzeugenden Einflüssen in dicht besiedelten Gebieten ausgesetzt. Negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Bewohner, z.B. durch Umgebungslärm oder Feinstaubbelastung, können die Folge sein. Um diese unterschiedlichen Faktoren zu untersuchen, wurde eine interdisziplinäre Forschungsgruppe gebildet, welche sich zur Aufgabe gemacht hat, diese Stressoren zu bestimmen, zu bewerten und zu präsentieren. Ergebnisse von zwei Messkampagnen (Winter und Sommer, Aachen) werden vorgestellt und deren Auswertung mit unterschiedlichen Verfahren, z.B. der zeitvarianten Lautheit, werden diskutiert.

Do. 15:40 Riga

Soundscape

Die Soundscape-Methode in der Stadtplanung: das Fallbeispiel Rathenauplatz in KölnClaude Origer*TÜV Rheinland / Universität Köln*

Aktuelle schallvorbeugende Maßnahmen in der Stadtplanung zielen vor allem auf die Verdrängung von Umweltgeräuschen aus den für den Aufenthalt von Menschen bestimmten Nutzbauten ab. Zusätzlich übermitteln schalltechnische Erkenntnisse nur bedingt kontextuelle Informationen zu der subjektiven Schallwahrnehmung. Dies führt dazu, dass die Parkbereiche in urbanen Räumen nicht im Fokus der Lärmminderung stehen und dadurch ihre Funktion als Erholungsfläche oft nicht erfüllen können. Die Soundscape-Forschung versucht den technischen Ansatz des Schallschutzes durch den Einbezug der betroffenen Bürger zu ergänzen. Im Rahmen einer Untersuchung am Fallbeispiel des stark schallbelasteten Rathenauplatz wurde die Soundscape-Methode angewandt und Schalldruckmessungen mit quantitativen Befragungen der betroffenen Bürger kombiniert. Zusätzlich wurden Schallausbreitungsberechnungen zur Validation der Messergebnisse, sowie auch als Planungsgrundlage für Minderungsmaßnahmen genutzt. Aufbauend auf dieser Vorgehensweise wurden im Rahmen der Untersuchung Planungsalternativen aus städtebaulicher Sicht, und unter Berücksichtigung des Kostenaufwands, entwickelt. Diese Untersuchung versucht somit einen ergänzenden Beitrag zur Vorgehensweise der Soundscape-Methode zu leisten.

Do. 16:00 Riga

Soundscape

Die Experience Sampling Methode - Ein Werkzeug der Zukunft für die Soundscape-Forschung?Jochen Steffens, Daniel Steele und Catherine Guastavino*McGill University, School of Information Studies & CIRMMT (CA)*

Alltägliche Geräuschbeurteilungen werden von zahlreichen Einflussfaktoren moderiert und können somit nur eingeschränkt in einer Laborsituation untersucht werden. Im Rahmen dieses Beitrags wird daher die Experience Sampling Methode (ESM) vorgestellt, mithilfe derer Personen Momentanbewertungen abgeben, während sie in ihrer gewohnten Alltagsumgebung agieren. Reaktionen auf Umweltgeräusche werden daher genau in dem Moment erfasst, in dem sie entstehen. Um die Eignung der ESM für die Soundscape-Forschung zu überprüfen, führten die Autoren eine siebentägige Studie zum Verhältnis von momentanen und retrospektiven Geräuschbeurteilungen durch. Die Studienteilnehmer wurden zehnmal täglich von einer Smartphone-Applikation aufgefordert, das aktuelle Soundscape zu bewerten sowie u.a. ihre momentane Stimmung, Aktivität und Aufmerksamkeit in Hinblick auf die Geräuschumgebung zu berichten. Zudem gaben sie am Ende eines Tages retrospektive Gesamtbewertungen ab. Vorläufige Ergebnisse

mit 15 Versuchspersonen zeigen, dass retrospektive Bewertungen der Soundscape-Angenehmheit eines Tages von den gemittelten Momentanbewertungen, deren linearem Trend sowie der Stimmung der Person zum Zeitpunkt des Urteils vorhergesagt werden können. Ferner wurden die Zusammenhänge zwischen der Geräuschbeurteilung und den genannten Einflussfaktoren in einem Strukturgleichungsmodell abgebildet. Dieses illustriert beispielsweise, wie Aufmerksamkeit bedingt durch die momentane Aktivität und Anwesenheit anderer Personen die Wahrnehmung des Soundscapes beeinflusst. Zusammenfassung erweist sich die ESM daher als geeignetes Werkzeug, um kontextbezogene Längsschnittdaten unter Alltagsbedingungen zu erheben.

Sitzung „Virtuelle Akustik und Binauraltechnik IV“

Do. 8:40 Stockholm

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik IV

Dynamic real-time auralization for experiments on the perception of hearing impaired subjects

Lukas Aspöck, Florian Pausch, Michael Vorländer und Janina Fels

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Significant advances in the field of room acoustical simulation and auralization make it possible to develop robust and reliable systems providing a realistic acoustic virtual reality. This paper discusses an approach to use such a system for the evaluation of hearing aids. In clinical practice, the fitting and adjustment of hearing aids is a difficult challenge as laboratory conditions at audiologists often substantially differ from everyday real-life situations. To tackle this problem adjusted auralizations of dynamic indoor and outdoor scenes containing multiple sound sources can be used for hearing impaired subjects. A concept and the implementation of a real-time simulation environment for this purpose are presented. In addition to a conventional binaural auralization the simulated signal can also be directly inserted into a dummy hearing aid. Additional head-tracking of the subject allows adjusting the auralization of the virtual scenario in case of user movement. Different approaches for the simulation and auralization, combining real-time calculations and pre-calculated data, are investigated and evaluated with a focus on the computational workload and the latency of the system.

Do. 9:00 Stockholm

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik IV

3-D Audio Reproduction in non-ideal Environments

Michael Kohnen, Sönke Pelzer und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

For convincing virtual reality experiences a come-as-you-are solution is desired so that no devices (such as headphones) distract the user from immersing into a virtual environment. For 3-D audio reproduction this demands a loudspeaker based system. The presented auralization system features also full room acoustics simulation of the virtual scene. This virtual room acoustics interferes with the real listening room which usually

does not provide anechoic conditions. The result is a blurred mixture of both rooms (room-in-room situation). To analyze the influence of the listening room on the room acoustic parameters of the virtual room, different listening spaces have been simulated. The results allow suggestions for specifications of the listening room. These specifications take into account a certain allowed deviation of the target parameters of the virtual room. Furthermore different reproduction techniques and their suitability for difficult rooms have been analyzed, especially regarding CAVE-like environments, glass cubes with strong reverberation and limited options for loudspeaker set-ups.

Do. 9:20 Stockholm

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik IV

Distanzwahrnehmung in virtuellen Räumen für Schalle von vorne und hinten

Gabriel Gomez^a und Bernhard Seeber^b

^a TU München, AIP; ^b Audio-Signalverarbeitung, TU München

Obwohl die wahrgenommene Distanz von Schallen ein aktueller Gegenstand der Forschung ist, wurde diese bisher selten für Schalle von hinten untersucht. Spektrale Unterschiede zwischen Schalleinfall von vorne und hinten aufgrund der Pinna oder durch erlernte Merkmale können einen Einfluss auf die Distanzwahrnehmung haben. In dieser Studie wurden die Distanzwahrnehmung und die vorne-hinten-Vertauschungen mit Rausch- und Sprachschallen in einem simulierten virtuellen Raum untersucht. Die Stimuli wurden aus neun logarithmisch verteilten Distanzen zwischen 0.75 und 9 m von vorne (30°) und hinten (150°) über die 48 Lautsprecher der Simulated Open Field Environment (Seeber et al., 2009) auralisiert. Vorläufige Ergebnisse zeigen im Mittel eine Überschätzung der Distanzwahrnehmung bis 7 m Entfernung im vorderen und bis 8 m Entfernung im hinteren Bereich, sowie eine Unterschätzung für fernere Distanzen, ähnlich früherer Studien. In einem zweiten Experiment wurde der Einfluss der Sichtbarkeit der Wandbegrenzung in der Eingabe-GUI für die Entfernungsangabe untersucht. Die Wandbegrenzungslinien schränken zum einen den möglichen Bereich der Entfernungsantworten ein, zum anderen geben sie eine visuelle Referenz, die sich varianzreduzierend auswirken könnte. Der Einfluss der Raumbegrenzung zeigt sich in einer Stauchung der Kurven ab 5 m Entfernung und einer niedrigeren Antwortvarianz im Vergleich zum unbegrenzten Fall.

Do. 9:40 Stockholm

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik IV

Simple Uncertainty Prediction for Phantom Source Localization

Matthias Frank

Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik

A horizontally arranged pair of loudspeakers can create an auditory event between the loudspeakers, a so-called phantom source. Phantom sources are known to be localized with larger uncertainty compared

to single sound sources. A detailed analysis of localization experiments reveals that intra-subjective variation is surprisingly small and that uncertainty is mainly due to inter-subjective variation. This contribution presents a reasonable explanation for inter-subjective variation that can be incorporated into the simple energy-vector model. The extended model for phantom source localization allows for simple prediction of the localization uncertainty.

Do. 10:00 Stockholm

Virtuelle Akustik / Binauraltechnik IV

Perceptual Evaluation of the Diffuseness of Synthetic Late Reverberation Created by Wave Field Synthesis at Different Listening Positions

Jens Ahrens

TU Berlin

We revisit an experiment from (Sonke, 2000) that investigated the minimum number of uncorrelated sound field components required to achieve the perception of diffusion in wave field synthesis. It was shown that up to 10 plane wave components are necessary in order for a rotation of the compound sound field to be perceptually undetectable. The uncorrelated components were preceded by a synthetic wave front that represented a static direct sound. The experiment was carried out for the central listening position only, which made all uncorrelated components impinge on the listener simultaneously. We extend this experiment by including also off-center listening positions where perfect synchronization between different sound field components is not guaranteed. The presented experiment employed dynamic binaural resynthesis of real wave field synthesis systems in order to achieve controlled and repeatable translation of the listener.

Sitzung „Virtuelle Akustik“

Do. 14:40 Stockholm

Virtuelle Akustik

Non-Smooth Secondary Source Distributions in Wave Field Synthesis

Sascha Spors^a, Frank Schultz^a und Hagen Wierstorf^b

^a*Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik; ^bTU Berlin, Telekom Innovation Laboratories*

Wave Field Synthesis (WFS) is a well-established sound field synthesis technique that uses a dense distribution of loudspeakers (aka secondary sources) arranged around an extended listening area. The physical foundations of WFS assume a smooth secondary source distribution. Practical systems are often of rectangular shape, which constitutes a non-smooth secondary source distribution. The resulting effects on the synthesized sound field are investigated in this paper. The fundamentals of sound field synthesis are briefly reviewed and extended for non-smooth secondary source distributions. It is shown that edges can result

in considerable amplitude and spectral deviations. The extended foundations serve as a basis for potential countermeasures. A modification of the loudspeaker driving signal is proposed to compensate for the edge effects. Its effectiveness is evaluated for practical systems.

Do. 15:00 Stockholm

Virtuelle Akustik

Dynamische Binauralsynthese auf Basis gemessener einkanaliger Raumimpulsantworten

Christoph Pörschmann

Fachhochschule Köln

Für viele Anwendungen im Bereich auditiver virtueller Umgebungen werden Räume kopfhörerbasiert unter Nutzung der dynamischen Binauralsynthese auralisiert. Hierbei ist nicht immer eine authentische Darbietung notwendig, häufig reicht die Erzeugung eines plausiblen Höreindruckes aus.

Die messtechnische Erfassung der hierfür erforderlichen Datensätze binauraler Raumimpulsantworten (BRIRs) erfolgt üblicherweise mit Hilfe eines Kunstkopfes, der automatisiert in kleinen Winkelabständen im Raum gedreht wird und mit dem für jede Kopfdrehung eine separate BRIR erfasst wird. Solche Messungen sind jedoch hinsichtlich der erforderlichen Geräte und der Messdauer so aufwendig, dass Sie in vielen Anwendungsbereichen kaum eingesetzt werden.

Es wird ein Verfahren vorgestellt, das aus einer einkanaligen, mit einem omnidiirektionalen Mikrofon aufgenommenen Raumimpulsantwort einen Datensatz synthetisierter BRIRs erzeugt. Obwohl wesentliche räumliche Informationen in der einkanaligen Impulsantwort nicht erfasst werden, zielt das Verfahren darauf ab, dass die mit dem synthetisierten Datensatz von BRIRs auralisierten Räume als gut identifizierbar und die Darbietung als plausibel wahrgenommen werden. In diesem Verfahren werden Direktschall, frühe Reflexionen und Diffusschall separat behandelt und die unterschiedlichen Abschnitte der gemessenen Raumimpulsantwort in eine BRIR überführt. Dabei werden die fehlenden räumlichen Informationen hinzugefügt.

Weiterhin werden die Ergebnisse psychoakustischer Hörversuche vorgestellt, die die perzeptive Ähnlichkeit zwischen synthetisierter und gemessener BRIR am Beispiel von mehreren Räumen untersuchen.

Do. 15:20 Stockholm

Virtuelle Akustik

Kontextabhängige Parameter bei der Qualitätsbeurteilung binauraler Kopfhörersysteme

Florian Klein und Stephan Werner

TU Ilmenau

Seit jeher ist es ein Ziel akustischer Aufnahme- und Wiedergabesysteme eine perfekte auditive Illusion beim Hörer zu erzeugen. Die Qualität akustischer Wiedergabesysteme wird stets optimiert, wie an der Entwicklung von Systemen wie Ambisonics, Wellenfeldsynthese und binauralen Kopfhörersystemen deutlich wird. In einem aktuellen Projekt werden Wahrnehmungseffekte bei der Wiedergabe binauraler Signale untersucht, um die Einflussfaktoren zur Entstehung einer plausiblen auditiven Illusion zu messen. Bei der Entwicklung binauraler Kopfhörersysteme steht meist eine korrekte Rekonstruktion der Ohrsignale im Vordergrund. Für die Rekonstruktion realitätsnaher binauraler Signale wird es daher als notwendig erachtet Wiedergabesysteme zu personalisieren, beispielsweise durch die Verwendung individueller kopfbezogener Übertragungsfunktionen. Aktuelle Wahrnehmungsexperimente zeigen aber, dass die plausible Wahrnehmung einer akustischen Szene zusätzlich auch von kontextabhängigen Parametern bei der Wiedergabe abhängen. Zu diesen Parametern zählt das Vorhandensein visueller Informationen und die Divergenz zwischen dem synthetisierten Raum und dem Wiedergaberaum. Weiterhin haben auch Adaptionseffekte, wie zum Beispiel die Gewöhnung an nicht-individualisierte binaurale Kopfhörersysteme, einen hohen Einfluss auf die Qualitätsbeurteilung akustischer Wiedergabesysteme. In diesem Beitrag wird die Relevanz kontextabhängiger Parameter sowie von Adaptionseffekten bezüglich der Notwendigkeit der Personalisierung von Kopfhörersystemen diskutiert.

Do. 15:40 Stockholm

Virtuelle Akustik

Hörbare Geometrieveränderungen in virtuellen Räumen

Ramona Bomhardt und Janina Fels

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Für Finite Elemente Methoden (FEM) gibt es Daumenregeln, wie detailliert ein akustisches Modell vernetzt sein muss, um akzeptable Simulationsergebnisse zu erzielen. Allerdings sind solche Richtwerte bisher noch nicht in geometrischen Simulationsmethoden für Frequenzen oberhalb der Schroederfrequenz etabliert, was unter anderem an der Variationsvielfalt von den akustischen und geometrischen Parametern, wie Volumen, Fläche, Absorption etc., solcher Modelle liegt. In diesem Beitrag wird der minimal hörbare Schwellwert in einem Hörversuch bestimmt, bei dem eine Raumgeometrieveränderung gerade eben wahrnehmbar ist. Es werden drei Einflüsse, der Einfallswinkel des Schalls, die Level- und Zeitdifferenz zwischen direktem und reflektiertem Schall, in

einem stark gedämmten Raum mit sehr guten Lokalisationseigenschaften untersucht. In diesem Raum wird eine Wand als schallhart angenommen und diese gegenüber der ursprünglichen rechtwinkligen Konstellation gedreht. Mit einem adaptiven Hörversuchsdesign wird folglich die minimal wahrnehmbare Winkeländerung der Wand unter Einbeziehung der oben genannten Größen ermittelt.

Do. 16:00 Stockholm

Virtuelle Akustik

Wave-Domain Transforms for Irregular Loudspeaker Array Topologies

Christian Hofmann und Walter Kellermann

Univ. Erlangen-Nürnberg

Today's premium cars are typically equipped with a large number of loudspeakers and microphones for providing high-quality entertainment, hands-free communication via cellphones, and hands-free access to the applications running on the car's head unit via spoken language. Especially for multichannel sound rendering, this requires multichannel Acoustic Echo Cancellation (AEC) systems. For lab environments, wave-domain AEC proved to be an efficient solution to implement such systems for planar loudspeaker arrays. This means, performing the adaptive filtering in a spatial transform domain. However, automotive environments impose hard constraints on the placement of loudspeakers of the entertainment system, precluding planar loudspeaker arrays. In this contribution, we investigate the consequences of such irregular loudspeaker arrays for the required wave-domain transforms.

Sitzung „Uncertainty quantification in vibroacoustic problems“

Do. 8:20 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Einfluss und Diskussion von Unsicherheiten auf das dynamische Verhalten von einfachen Strukturen in Simulation und Experiment

Patrick Langer, Kheirullah Sepahvand und Steffen Marburg

Universität der Bundeswehr München

In modernen industriellen Entwicklungsprozessen ist die Verwendung von leistungsfähigen Simulationsmodellen unabdingbar, um kurze Entwicklungszyklen zu gewährleisten und gleichzeitig den Kostenaufwand zu minimieren. Um diese Kriterien zu erfüllen, müssen effiziente und zuverlässige Berechnungsmethoden zur Verfügung stehen. Die Finite-Elemente-Methode (FEM) wird in verschiedenen Industriebereichen, beispielsweise im Automobilsektor, im Flugzeugbau und im Schiffsbau genutzt. Die Motivation dieser Arbeit ist es die Abbildungsgenauigkeit von Finite-Element-Modellen, unter der Berücksichtigung von

Modell- und Parameterunsicherheiten der zugrunde liegenden Strukturen zu verbessern. Solche systembezogenen Parameter sind Geometrie, Werkstoff, Randbedingungen und Diskretisierungsgrad. Eine Fehleranalyse in Simulation und Experiment quantifiziert Annahmen der Modellbildung und stellt Unsicherheiten in Arbeitsgängen, die häufig als fehlerfrei angesehen werden, dar. Im Fokus stehen einfache Strukturen, um analytische und numerische Lösungen mit den Ergebnissen der experimentellen Modalanalyse zu vergleichen. Die Untersuchungen zeigen auf, wie detailliert ein numerisches Modell aufgebaut werden muss, um zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen. Die Arbeit zeigt die Grenzen der Modellbildung auf, um diese besser zu verstehen und für ähnliche Probleme realistischer einschätzen zu können.

Do. 8:40 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Effiziente Diskretisierung von Schallfeldern in akustischen Kavitäten

Moritz Becker, Gerhard Müller und Martin Buchschmid

TU München

Die Messung von Schallfeldern in Räumen erfolgt in der Praxis typischerweise über an Schwenkarmen angeordnete Mikrofone, welche im Sinne eines analogen Verfahrens eine Integration über die Raumpunkte vornehmen. Bedingt durch die ansteigende modale Dichte in Verbindung mit im Vergleich zur Raumgeometrie kleinen Wellenlängen ist die deterministische Beschreibung der Schallfelder im mittleren und hohen Frequenzbereich schwierig. Diese würde zu großen lokalen Schwankungen des Schalldrucks führen. Die Ergebnisse wären z.B. aufgrund kleiner Veränderungen der Auswerteposition oder auch Schwankungen von Größen wie Temperatur und Luftdruck nicht robust und kaum reproduzierbar. Für die Anwendung in der Praxis ist es interessant, wie viele Messpunkte (Mikrophone) für eine ausreichend robuste Beschreibung des Schallfeldes in einem Raum benötigt werden und welche Kriterien für die Positionierung der Messpunkte zu beachten sind. Diese Fragestellung wurde im Rahmen einer Masterarbeit behandelt. Dabei wurde das Schallfeld im Inneren einer akustischen Kavität mit Hilfe von akustischen finiten Elementen mit hoher Auflösung im Orts- und Frequenzbereich modelliert. Im Nachgang einer harmonischen Analyse wurden die abgeleiteten Größen für den Schalldruck sowohl schmalbandig als auch in Terz- und Oktabändern ermittelt. In einer Studie wurde die sukzessive Ausdünnung der Abtastpunkte untersucht und eine Messanordnung mit bestmöglichen Konfidenzintervallen erarbeitet. Die Ergebnisse werden im Rahmen des Beitrages vorgestellt.

Do. 9:00 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Non-Sampling Based Stochastic Analysis of Rotordynamic Problems With Uncertain Parameters

Khaled Youssef^a, Kheirullah Sepahvand^a, Elsayed Imam^b und Steffen Marburg^a

^aUniversität der Bundeswehr München; ^bGerman University in Cairo (GUC)

Rotor Dynamics (RD) is a complex process dealing with the design behavior of rotating structures. Reliable progress in development of such structures requires new design strategies and innovative technologies. This implies considering the complexity of RD influenced by lot of design parameters and the effect of uncertainties such as geometrical and material parameters, and operating conditions. To this end, in this paper, a collocation-based stochastic model is proposed to analysis RD problems with geometrical and material uncertain parameters. The uncertain parameters and dynamic responses are approximated by using the generalized polynomial chaos (gPC) expansions possessing random orthogonal. A set of collocation points are generated from the roots of higher order random polynomial basis and the whole FEM model of the rotor is executed on each point to estimate the dynamic responses. The most attractive feature of the method is that only multiple solutions of the original deterministic FEM model of the rotor are required compared to Monte Carlo (MC) method which requires large numbers of realizations. A numerical case study is presented. The probability distributions of the random natural frequencies are evaluated for rotational and non-rotational rotor. The results show the accuracy of the method compared to the MC simulations.

Do. 9:20 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Stochastische Schallabstrahlung von Strukturen mit unsicheren Geometrieparametern

Christian A. Geweth, Kheirullah Sepahvand und Steffen Marburg

Universität der Bundeswehr München

Bedingt durch die begrenzte Fertigungsgenauigkeit eines jeden Produktionsprozesses, unterscheidet sich ein hergestelltes Bauteil von der zuvor festgelegten und berechneten Geometrie. Aufgrund der damit verbundenen Veränderung des strukturdynamischen Verhaltens des Bauteils, sind numerische Simulationen des vibroakustischen Verhaltens und des emittierten Schalls mit Unsicherheiten behaftet. Für präzisere und effizientere Simulationen, insbesondere, wenn das Bauteil für seine strukturdynamischen und akustischen Eigenschaften optimiert wurde, ist es nötig, den Einfluss dieser streuenden geometrischen Parameter zu ermitteln.

In dieser Abhandlung wird das stochastische, vibroakustische Verhalten von Stahlblechstrukturen mit unsicheren Material- und Geometrieparametern anhand der Eigenfrequenzen und der äquivalenten Schallleistung bestimmt. Der Einfluss der Parameterunsicherheiten auf das Schwingverhalten wird zunächst an einer ebenen Stahlplatte mittels numerischer Simulationen analysiert. Um weitere Fertigungsunsicherheiten zu evaluieren, wird im Weiteren ein Modell der streckgezogenen, spannungsfrei geglühten Platte implementiert und untersucht. Die unsicheren Material- und Geometrieparameter werden über vordefinierte Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen als Eingangsgrößen für die Modelle verwendet und die zufälligen Systemantworten durch Verwendung der Monte-Carlo-Simulation berechnet. Mit dem Ziel, die Anzahl an nötigen experimentellen Validierungen zu verringern, wird der Einfluss der einzelnen, unsicheren Parameter auf die Eigenfrequenzen und die abgestrahlte Schallleistung untersucht.

Do. 9:40 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Using Statistical Energy Analysis to support Interior Noise Reduction for a Metro Rail Vehicle

Robert Fiedler^a, Chadwyck Musser^b und Sergey Italyantsev^c

^aESI Group; ^bESI R&D USA; ^cSkoda Transportation a.s. (CZ)

This paper addresses the use of Statistical Energy Analysis (SEA) to support the interior noise initial predictions, virtual contribution analysis and design studies for improvement of sound pressure level (SPL) at key locations within a metro rail vehicle. The motivation and challenges of using SEA to support the interior noise predictions are given and the initial diagnostic and baseline measurements are discussed. The process of SEA model development used for this vehicle are presented including the source loads that were estimated and applied to the model as well as special considerations for advanced lightweight structures such as composite and sandwich panels. The main noise contributors and design sensitivity analysis for the interior noise from the dominant noise sources are shown. The final evolution of the SEA model resulting in significant interior noise reduction at key locations by use of efficient noise control methods addressing the dominant noise transfer paths as predicted by the SEA model are presented. A summary of the overall results, current limitations and planned future steps are given.

Do. 10:00 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Kollokation-basierte stochastische Analyse der vibroakustischen Probleme mit zufälligen räumlichen Parametern

Kheirollah Sepahvand und Steffen Marburg

Universität der Bundeswehr München

Bei der deterministischen, numerischen Modellierung komplexer vibroakustischer Systeme ist es üblich, vereinfachende Annahmen für die Simulation und Parameter zu treffen. Dies hat zur Folge, dass sich die

Berechnungsformeln und Modelle in vielen Teilen leichter darstellen und beschreiben lassen und die dementsprechenden Unsicherheiten nicht berücksichtigt werden. Diese Arbeit befasst sich mit auf Kollokation basierenden stochastischen Methoden zur Analyse der vibroakustischen Probleme mit zufälligen räumlichen, geometrischen und materialspezifischen Parametern. Zuerst werden die Methoden zur Diskretisierung der Zufallsparameter vorgestellt, wobei die Karhunen-Loève- und die Polynom-Chaos-Entwicklung im Detail betrachtet werden. Die stochastische Finite-Elemente-Methode in Kombination mit diesen Entwicklungen wird für strukturdynamische Probleme formuliert. Die Anwendbarkeit dieser Methoden wird für praktische viborakustische Probleme im niedrig- bis mittelfrequenten Bereich anhand von numerischen Beispielen untersucht. Dafür werden die elastischen Eigenschaften von Faserverbundkunststoffplatten als unsichere räumliche Parameter betrachtet. Es wird gezeigt, dass die Eigenfrequenzen sowie die abgestrahlte Schallleistung stark von den Parameterunsicherheiten betroffen sind.

Do. 10:20 Helsinki

Uncertainty in vibroacoustics

Uncertainty Quantification of Stochastic Linear System under Random Impulse Loadings

Anil Kumar, Sandip Kumar Saha und Vasant A. Matsagar

Indian Institute of Technology Delhi (IIT Delhi)

Effects of uncertainty in system parameters and impulse loading characteristics on the response of single degree of freedom (SDOF) system are studied. The uncertain system and loading parameters are represented by truncated generalized polynomial (gPC) expansions. The non-sampling stochastic simulation procedure based on the gPC expansion technique is used for dynamic analysis of the SDOF system duly considering the uncertainties. For a set of Hermite's collocation points, the system is analyzed to obtain response time histories and shock spectra. The statistical properties of response quantities are examined, and effectiveness of the gPC expansion based simulation procedure is compared with direct Monte Carlo (MC) simulation. Herein, six different impulse loads, applied on different SDOF systems, are considered. It is observed that shock spectra of all the pulses are sensitive to the uncertainties in regions of time period close to pulse durations. Among other response quantities, acceleration is influenced more than the velocity and the displacement. The gPC expansion based simulation technique is observed to be an efficient alternative to computationally demanding MC simulation for quantifying uncertainties. The probability distributions for various response quantities, as obtained through the gPC expansion based simulations, are well compared with that obtained through direct MC simulations.

Sitzung „Aktive akustische Systeme“

Do. 14:40 Helsinki

Aktive akustische Systeme

Numerische und experimentelle Untersuchungen zur adaptiven Lärmreduktion unter Berücksichtigung von Schalldruck und DruckgradientThomas Kletschkowski*Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg*

Ein ausschließlich den Schallwechseldruck verwendendes Verfahren zur aktiven Lärmreduktion führt, insbesondere bei voll bestimmten Systemen, bei denen die Anzahl der Fehlersensoren der Anzahl der Aktuatoren entspricht, zu signifikanten (theoretisch unendlichen) Pegelreduktionen am Ort der Fehlersensoren. Beim Verlassen der sich um diese Positionen ausbreitenden Ruhezonen können jedoch starke Druckgradienten wahrgenommen werden. Kommen aufgrund fehlender Referenzsignale adaptive Regelungen anstelle adaptiver Vorwärtsführungen zum Einsatz, lassen sich die Ruhezonen aufgrund von Laufzeiteinschränkungen nicht beliebig vom Ort der Regelung (Kontrollposition) auf den zu beruhigenden Bereich (Monitorposition) ausdehnen. Eine Möglichkeit dieses Problems zu beheben, besteht im Einsatz virtueller Mikrofone. Eine Alternative bietet der Versuch der Ausweitung der Ruhezone durch Berücksichtigung des Druckgradienten in der dem adaptiven Verfahren zugrundeliegenden Kostenfunktion. Die vorliegende Arbeit diskutiert diesen Ansatz, wobei theoretische Vorüberlegungen anhand des sich in einem Schallrohr ausbreitenden ebenen Wellenfeldes erläutert werden. Experimentelle Ergebnisse werden vergleichend anhand mehrkanaliger Implementierungen auf einem digitalen Signalprozessor für die adaptive Regelung des Schallwechseldruckes (zwei benachbarte Mikrofone) und für die adaptive Regelung von Schallwechseldruck und Druckgradient (Hälften des Mikrofonabstandes) unter Verwendung preisgünstiger Sensorik und Aktorik diskutiert. Die experimentellen Ergebnisse belegen, dass sich die Ruhezone bei Berücksichtigung des Druckgradienten ausdehnen und eine Lokalisierung der Pegelreduktion an den Positionen einzelner Fehlermikrofone vermeiden lässt.

Do. 15:00 Helsinki

Aktive akustische Systeme

Echtzeit-Detektion von instabilem RegelkreisverhaltenSven Höber, Christian Pape und Eduard Reithmeier*Leibniz Universität Hannover, Inst. f. Mess- u. Regelungstechnik*

Lärm kann stören, belasten oder sogar gesundheitsschädlich sein. In diesem Kontext können Kopfhörer mit aktiver Schallreduktion (kurz: ANC - Active Noise Control) einen erheblichen Komfortgewinn erzielen. Neben Piloten-Headsets wird diese Technologie auch zunehmend in kommerziell erhältlichen Kopfhörern angeboten, um insbesondere auf Reisen oder am Arbeitsplatz den umgebenden Lärm direkt am Ohr zu reduzieren. Während sich die momentane Auswahl an ANC-Kopfhörern hauptsächlich auf ohrumschließende Modelle beschränkt,

wurde das Konzept in den vergangenen Jahren auf die kompakteren In-Ear-Kopfhörer erweitert. Bei der technischen Umsetzung von ANC-Systemen auf Grundlage der Feedback-Struktur wird von einem Innenmikrofon im Kopfhörer das Differenzsignal aus Stör- und Lautsprecher-Schall gemessen und zu einem Regler zurückgeführt. Problematisch bei der Feedback-Struktur ist die Gefahr der Instabilität, was sich in einer Übersteuerung der Lautsprecher bis hin zur Zerstörung derselben äußert. Hieraus resultiert die Notwendigkeit, das Verhalten des Regelkreises kontinuierlich zu überwachen, um so den gegebenenfalls eintretenden instabilen Zustand frühzeitig erkennen zu können. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Methoden verglichen, mit denen anhand der Signale von Mikrofon und Lautsprecher eine Aussage über den Zustand der Regelung gemacht werden kann.

Do. 15:20 Helsinki

Aktive akustische Systeme

Einfluss der Aktuatorplatzierung auf die resultierende Lautheit eines ASAC-Systems

Veatriki Papantoni, Michael Rose und Hans Peter Monner

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Die Senkung des Kabinenlärms in Passagierflugzeugen ist eine wichtige Herausforderung in der kommerziellen Luftfahrt nicht nur wegen der Beeinträchtigung des Passagierkomforts, sondern auch wegen der gesundheitlichen Belastung des Bordpersonals. Um zuverlässige Aussagen über die Empfindung von Kabinenlärm treffen zu können ist seine Betrachtung mittels psychoakustischer Kriterien nötig. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Ergebnisse einer Analyse von Schallaufnahmen aus der Kabine verschiedener Strahltriebwerk-Flugzeuge hinsichtlich gängiger psychoakustischer Größen. Die psychoakustische Lautheit erweist sich als die am meisten ausgeprägte psychoakustische Größe bei den analysierten Schallaufnahmen.

Ein Ansatz zur Berücksichtigung der Lautheit bei einem aktiven Lärmreduktionssystem wird untersucht. Als Ausgangspunkt dient die aktive Struktur-Akustik Regelung (ASAC). Diese ist für die Luftfahrt interessant, da sie eine Alternative zu den schweren passiven Dämmmaterialien darstellen könnte. Anhand des Modells einer zu einer Rechteckkavität angrenzenden Plattenstruktur wird mit Hilfe einer genetischen Optimierung die optimale Positionierung der Aktuatoren eines ASAC-Systems numerisch ermittelt. Der Einfluss der Aktuatorpositionierung auf das resultierende Schallfeld in der Kavität wird untersucht, wenn anstatt der akustischen potentiellen Energie die Lautheit in der Kavität als Kostenfunktion der Optimierung verwendet wird.

Do. 15:40 Helsinki

Aktive akustische Systeme

Aktive Reduktion der Schallabstrahlung für gekoppelte Systeme mit Fluid-Struktur-Interaktion

Christian Hesse, Michael Rose und Hans Peter Monner

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Akustischer Kabinenkomfort rückt zunehmend in den Vordergrund der zivilen Luftfahrt und wird anspruchsvoller zu erreichen unter Beachtung der steigenden Verwendung von Leichtbaumaterialien. Aktive Lärmreduktionsmethoden können eine effektive Lösung darstellen im Vergleich zu voluminösen passiven Dämpfungsmaßnahmen. Die aktive Struktur-Akustik-Regelung (ASAC) zielt häufig auf die Reduktion der abgestrahlten Schallleistung im Fernfeld ab, was jedoch keine zielführende Kostenfunktion für die Schallreduktionen in fluidgefüllten Kavitäten ist. Um eine globale akustische Beruhigung bei einer harmonischen strukturellen Anregung zu erzielen, muss die Dynamik der Kavität bei der Reglerauslegung berücksichtigt werden. Als Kostenfunktion für den Regler wird die akustische potentielle Energie im Fluid anhand der umgebenden Strukturschnellen quantifiziert. Auf diese Weise wird ein Satz struktureller Schallstrahlungsmoden erzeugt, welche Orthogonal bezüglich der akustischen potentiellen Energie sind und deren Reduktion zu einer globalen akustischen Schallminderung führt. Am numerischen Beispiel eines generischen fluidgefüllten Zylinders wird in dieser Arbeit eine aktive Struktur-Akustik-Regelung für die Schallreduktion in resonante Kavitäten beschrieben. Es wird dabei gezeigt, dass die Genauigkeit der Schallstrahlungsmoden abhängig ist von der Anzahl der verwendeten Struktur- und Fluidmoden sowie der Ordnung des verwendeten Finiten Elementes für die Fluid-Struktur-Interaktion.

Do. 16:00 Helsinki

Aktive akustische Systeme

Aktive Minderung des Cello-Wolftons durch bedarfsgerechte Geschwindigkeitsrückführung

Philipp Neubauer^a, Johannes Tschesche^a, Joachim Bös^a, Tobias Melz^a und Holger Hanselka^b

^a*TU Darmstadt - SzM;* ^b*Karlsruher Inst. f. Technologie*

Wolftöne sind unerwünschte, modulierte Töne, die bei Streichinstrumenten auftreten können, insbesondere bei Violoncelli. Ihre Minderung ist seit jeher eine Herausforderung für den Geigenbau auf der ganzen Welt. Einige mechanische Ansätze zur Minderung von Wolftönen sind bereits auf dem Markt etabliert und werden von Musikern und Instrumentenbauern genutzt, um das Problem einzudämmen. Diese konventionellen Ansätze basieren meist auf den physikalischen Prinzipien eines Tilgers oder einfacher Dämpfungsbeläge. Prinzipiell sind diese Ansätze zwar geeignet, um Wolftöne zu mindern, jedoch können sie den gesamten Klang des Musikinstruments beeinflussen, auch wenn der Wolfton nicht in Erscheinung tritt. Ein weiterer Nachteil besteht in der Empfindlichkeit

gegenüber veränderlichen Umgebungsbedingungen wie der Luftfeuchtigkeit oder der Raumtemperatur. Die Verwendung von Intelligenten Materialien und die Umsetzung einer bedarfsgerechten Geschwindigkeitsrückführung können den Wolfton ohne die Nachteile konventioneller Minderungssysteme mindern. Ein auf dieser Idee basierender aktiver Ansatz, umgesetzt mit einem auf dem Cellokorpus befestigten piezokeramischen Flächenaktor, wird vorgestellt. Der Einfluss des aktiven Minderungssystems auf die Entstehung des Wolftons und den Klang des Cellos wird mit dem konventioneller Minderungssystem verglichen, und die vollständige Minderung des Wolftons durch das aktive System wird demonstriert.

Sitzung „Signalverarbeitung“

Do. 8:40 Prag

Signalverarbeitung

Hemi-Spherical Harmonics - Verarbeitung von Messdaten auf Halbkugelschalen

Markus Müller-Trapet und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

In einer vorherigen Veröffentlichung der Autoren (AIA/DAGA 2013) wurde gezeigt, dass sich die sogenannte Nahfeldholografie (engl. "Scattering Nearfield Holography") für die Verarbeitung von Messdaten bei der *in-situ* Messung von Reflexionsfaktoren eignet. Der Vorteil hierbei ist die Trennung von Direktschall und reflektiertem Schall im Bereich der Sphärischen Harmonischen (engl. "Spherical Harmonics"), was den Verlust von tieffrequenter Information vermeidet, wie er bei Zeitfensterung unvermeidbar ist.

Das Problem bei der Anwendung auf Daten, die auf Halbkugelschalen gemessen wurden, liegt in der Beschränkung der Sphärischen Harmonischen, die zunächst nur für volle Kugelschalen definiert sind. In diesem Beitrag wird untersucht, inwieweit sich diese Beschränkung durch geeignete Wahl bzw. Transformation der Basisfunktionen aufheben lässt. Zentrales Element hierbei ist die sogenannte Gram-Matrix. Durch geeignete Zerlegung dieser Matrix können neue Basisfunktionen bestimmt werden. Anhand von numerisch simulierten Daten wird die Methode auf ihre Grenzen getestet.

Do. 9:00 Prag

Signalverarbeitung

Tracking Tone Complexes in Audio Signals Using Structures across Time and Frequency

Bastian Bechtold

Jade Hochschule Oldenburg

Most natural sounds, voices, and musical instruments produce modulated tone complexes. The modulation of these tone complexes is of vital interest for topics like melody extraction, speech recognition, and computational auditory scene analysis. In this work, we introduce a new approach to tracking the modulation of tone complexes. This algorithm,

called Stretch-Correlation, tracks the modulation of tone complexes by comparing successive short-time spectra using resampling and spectral correlation. This algorithm is compared with two well-known base frequency estimators YIN and PEFAC, and is shown to outperform both at positive signal to noise ratios for both synthetic tone complexes and real instrument recordings.

Do. 9:20 Prag

Signalverarbeitung

Towards Cross-Version Singing Voice Detection

Christian Dittmar, Thomas Prätzlich und Meinard Müller

International Audio Laboratories Erlangen

In the field of Music Information Retrieval (MIR), the automated detection of the singing voice within a given music recording constitutes a challenging and important research problem. The goal of this task is to find those segments within a given recording where one or several singers are active. In this study, we investigate the performance of state-of-the-art approaches by considering various music scenarios. First, we validate our singing voice detection system, which incorporates well-known techniques from audio signal processing and machine learning, against a public benchmark. Second, we consider a controlled yet instructive scenario using multiple versions (interpretations by different musicians) of the 24 songs of the cycle "Winterreise" by Franz Schubert. Within this cross-version scenario, which comprises various singers and pianists as well as different recording conditions, we systematically address the following research questions: Which musical and acoustic peculiarities have the strongest influence on the detection performance? Can the results be improved by a cross-version fusion approach? Is bootstrapping a viable approach for stabilizing the singing voice detection in difficult cases? Answers to these questions constitute the basis for considering more complex scenarios such as detecting the singing voices in multi-timbral orchestral settings including opera recordings.

Do. 9:40 Prag

Signalverarbeitung

Eine robuste Methode der Ordnungsanalyse zur automatisierten Kontrolle von Schwingungsproblemen bei rotierenden Maschinen

Michael Ertl

Robert Bosch GmbH

Zur Detektion von periodischen Komponenten in Schall- und Schwingungsmessungen bei rotierenden Maschinen steht eine Vielzahl von

Ordnungsanalyse-Algorithmen zur Verfügung, die meist einen FFT-basierten Ansatz oder einen parametrischen Ansatz (z.B. Vold-Kalman-Filter) verfolgen. Wird zusätzlich zur Ordnungsanalyse eine automatische Detektion der grundlegenden Maschinendrehzahl gefordert, scheitern viele Ansätze jedoch an der richtigen Zuordnung der Harmonischen. Dies gilt insbesondere beim Vorhandensein von Sub- und Zwischenharmonischen, bei schwach ausgeprägten periodischen Komponenten, bei stark verrauschten Signalen und überlagerten Fremdsignalen als auch bei Messdaten, die große Drehzahlschwankungen beinhalten.

Es wird ein zeit- und recheneffizienter Autokorrelations-Algorithmus im Frequenzbereich vorgestellt, der unter den oben genannten Voraussetzungen robust die Ordnungsanalyse ohne Kenntnis der fundamentalen Drehzahl der rotierenden Maschine ermöglicht. Dadurch eignet er sich zum Einsatz in der automatisierten Maschinendiagnose bei instationärem Betrieb als auch zur Kontrolle von Qualitätsmerkmalen (Unwucht, Exzentrizität, Kommutierungsfehler) in der Fertigung.

Do. 10:00 Prag

Signalverarbeitung

Elimination von Störgeräuschen bei Innengeräuschmessungen von PKW

Jörg Bienert

Technische Hochschule Ingolstadt

Bei akustischen Messungen spielt die Pegelbestimmung eine zentrale Rolle. Einerseits ist die Messung von Gesamt- oder Oktavpegeln Inhalt vieler Normen oder Lärmschutzbestimmungen und andererseits möchte man bei der Produktentwicklung möglichst genaue Werte für das untersuchte Objekt ermitteln. Neben der Genauigkeit der Messtechnik haben insbesondere die Umgebungsbedingungen eine Auswirkung. So lassen sich zum Beispiel Messungen des Fahrzeuginnengeräusches auf öffentlichen Straßen in aller Regel nicht durchführen, da durch Gegenverkehr oder Straßenbeschaffenheit Störgeräusche erzeugt werden. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand und erfordert in diesem Beispiel eine aufwändige Durchführung der Messung auf abgesperrten Teststrecken. Das hier beschriebene Verfahren verwendet die Zeitverläufe von Gesamt- oder 1/n-Oktavpegeln und identifiziert Störbereiche aus statistisch auffälligen Werten. Somit können diese aus der Messreihe eliminiert werden. Der Verlauf der Pegelwerte über der Zeit wird dabei als eine statistische Stichprobe angesehen, deren Verteilung zunächst unbekannt ist. Für Innengeräuschmessungen in PKW's bei Konstantfahrt wurden Daten aufgenommen und näher untersucht. Die Verteilung konnte mittels einer Transformation auf Normalverteilung transformiert werden. Somit können Standardmethoden für die Normalverteilung angewendet werden. Über Ausreißertests werden diejenigen Elemente identifiziert, die durch Störungen entstanden sind. Im Beispiel

sind dies die Geräusche entgegenkommender Fahrzeuge. Nach oktavweise Ausschluss der Werte aus der Mittelung konnten erheblich verbesserte Ergebnisse erzielt werden.

Do. 10:20 Prag

Signalverarbeitung

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Signalverarbeitung (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 10:20 / Prag, Poster-Forum: Do. 15:40 / Ebene 1

Donnerstag

Signalverarbeitung (Poster)

On sound source localization of speech signals using deep neural networks

Reinhold Roden^a, Niko Moritz^a, Stephan Gerlach^a, Stefan Weinzierl^b und Stefan Goetze^a

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bTU Berlin, FG Audiokommunikation

In recent years artificial neural networks (ANNs) experience a renaissance in the field of machine learning and are successfully applied especially in the context of automatic speech recognition. As information processing systems, ANNs are trained by, e.g., backpropagation or restricted Boltzmann machines to classify patterns at the input of the system. The current work presents the implementation of a deep neural network (DNN) architecture for acoustic source localization with multichannel microphone arrays. It is used in order to obtain directional information for adaptive beamforming algorithms in hearing aids, for instance. In addition to common localization cues, i.e., broadband interaural level difference and interaural time delay, it is proposed to choose less preprocessed and thus more information-preserving audio representations. Training and testing data sets consist of speech recordings of various male and female speakers convolved with multichannel head-related impulse responses measured for different sound source positions. Moreover, the influence of changes in room acoustic conditions and additional diffuse noise is evaluated.

Donnerstag

Signalverarbeitung (Poster)

Analysis of the robustness of various advanced beamforming algorithms in comparison to the classical beamforming method when applied in reactive sound fields**Clemens Nau^a, Johannes Klein^b, Werner Moll^a und Michael Vorländer^b**^a*Daimler AG; b Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Physically the classical beamforming method (CBF) is based on a decomposition of the incident-wave field into plane or spherical elementary waves whose relative phases are interpreted to mean that the directions of incidence and source locations can be identified and classified. A central assumption of the CBF is its application in the acoustic free field. This assumption is especially injured under the influence of reflective elements and in rooms, where a reactive sound field is prevailing. Under these conditions the CBF only shows poor localization ability; up to the failure of localization. There are known (adaptive) beamforming algorithms, which can provide significantly more robust localization results under these sound field conditions. To investigate the potential of the improvement in localization in reactive sound fields, in a first step, the behavior of these beamformers is evaluated in the presence of defined reflection surfaces compared to the CBF. In a second step, their behavior is elicited within a spatial, modal sound field. For this purpose, a scale model room is used. The results of these studies will be assessed on an analytical model.

Donnerstag

Signalverarbeitung (Poster)

Evaluation of Single-channel Reverberation Suppression as Pre-processing for Acoustic Event Detection**Christine Baldzer, Benjamin Cauchi, Jens Schröder und Danilo Hollosi***Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie*

Acoustic event detection (AED) is increasingly present in applications such as health monitoring, security or home automation. A high accuracy is needed in the applications of AED to real-world scenarios. However, in an enclosed space, the source signal is corrupted by reverberation. The reverberation can be characterized by the room impulse response (RIR) and can result in a severe degradation of the AED accuracy. Therefore, dereverberation is needed to increase the robustness of AED in reverberant environment. Reverberation suppression consists in applying a real-valued gain, e.g. a Wiener gain, to the spectrogram of the input signal. The computation of this gain typically requires an estimate of the late reverberant spectral variance (LRSV). Several LRSV estimators are based on a statistical model of the RIR and the acoustical properties of the room such as the direct to reverberant ratio (DRR) or the reverberation time (T60). This paper investigates the AED performance gains by incorporating reverberation suppression using a LRSV estimator based on a statistical model of the RIR. The influence of estimation errors on

the parameters input to the LRSV estimator is examined in terms of AED accuracy.

Donnerstag

Signalverarbeitung (Poster)

Automatisierte Identifikation von Audioaufnahmen anhand symbolisch codierter musikalischer Themen

Stefan Balke, Lukas Lamprecht, Vlora Arifi-Müller, Thomas Prätzlich und Meinard Müller

International Audio Laboratories Erlangen

Im Jahre 1948 veröffentlichten Barlow und Morgenstern eine Sammlung von circa 10000 musikalischen Themen, die einen Überblick der wichtigsten Instrumentalwerke der klassischen Musik geben. Diese meist viertaktigen, einstimmig gesetzten Melodielinien hinterlassen beim Hörer häufig einen bleibenden Eindruck und eignen sich daher als kompakte Beschreibungen der entsprechenden Werke. In diesem Beitrag untersuchen wir, inwieweit sich die symbolisch codierten Themen verwenden lassen, um entsprechende Audioaufnahmen in einer Musikdatenbank zu identifizieren. Hierzu passen wir gängige Verfahren der automatisierten Musiksche systematisch an, um unterschiedlichen Herausforderungen im Kontext klassischer Musik zu begegnen. Bei der Identifikation der Themen in Audioaufnahmen muss man zum einen mit globalen und lokalen Tempounterschieden und zum anderen mit Transpositionen und Abweichungen in der Stimmung umgehen können. Weiterhin können die einstimmigen Themen in den Audioaufnahmen in einem mehrstimmigen Kontext vorliegen. In unseren umfangreichen Experimenten zeigen wir, wie man die Suchergebnisse systematisch verbessern kann. Als eine weitere interessante Anwendung der inhaltsbasierten Musiksche diskutieren wir, wie sich diese Techniken einsetzen lassen, um vertiefende Einblicke in die musikalischen und akustischen Eigenschaften der grundlegenden Musikaufnahmen zu geben.

Donnerstag

Signalverarbeitung (Poster)

Automatic detection of relevant acoustic events in kindergarten noisy environments

Jens Schröder^a, Francois Nsabimana^a, Jan Rennies^b, Danilo Hollosi^a und Stefan Goetze^a

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bFraunhofer IDMT

In many studies conducted to monitor the health situation of kindergarten child care workers in Germany, the high noise level in the facilities has been pointed out by approximately 70% of the workers as one of the most stressful factors. One factor contributing to the stress is considerable background noise in kindergartens, many important events such as calls for help of children or colleagues might be unheard at their first utterance. This contribution presents results of a study conducted in a real kindergarten for which machine-learning approaches were tested

to detect and classify acoustic events in typical background noises. For the training of applied approaches daily Kindergarten noise has been recorded for several weeks and a list of relevant missed events to be annotated from the recordings was provided by child care workers. The goal of this study is to develop an automatic acoustic monitoring system to considerably reduce the number of unrecognized, desired events important for child-care workers.

Sitzung „Körperschall und Schwingungstechnik“

Do. 14:40 Prag

Körperschall / Schwingungstechnik

Implementierung einer Schlagschäden-Lokalisierung auf dünnwandigen Strukturen

Johann Harmstorf, Andre Kneifel und Karl-Ludwig Krieger

Universität Bremen

Dieser Beitrag befasst sich mit der Ortung von Schlagschäden auf dünnwandigen Strukturen. Dazu wird der durch das Schlagereignis entstandene Körperschall von einem Sensorarray aufgenommen und ausgewertet. Der Ort eines Schläges auf einer Platte ist durch seinen Abstand zum Mittelpunkt des Sensorarrays und der Einschlagrichtung gegenüber einer definierten Nulllinie des Sensorarrays vollständig bestimmt. Für die Richtungsbestimmung wird eine Zeitdifferenzmessung (TDOA) unter Berücksichtigung der Dispersion von Biegewellen genutzt. Die Dispersion ist dabei abhängig von dem verwendeten Material, der Dicke der Platte und der Frequenz. Die Messung der Zeitdifferenz erfolgt aufgrund der unterschiedlichen Phasenlaufzeit Frequenzabhängig. Dabei wird die Phasendifferenz zwischen den Sensoren breitbandig ausgewertet, um eine höhere Genauigkeit in der Richtungsauflösung zu erzielen. Um den Abstand des Schlagereignisses zum Mittelpunkt des Sensorarrays zu ermitteln, wird die relative Phasendifferenz jedes Sensorsignals des Arrays ausgewertet, wobei nur die Bereiche mit der größten spektralen Leistungsdichte berücksichtigt werden.

Do. 15:00 Prag

Körperschall / Schwingungstechnik

Körperschallverhalten strukturierter Bleche

Anna-Sophia Henke und Ennes Sarradj

BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik

Bleche sind wichtige Halbzeuge in Fertigungs- und Produktionsprozessen. Zur gezielten Beeinflussung der Eigenschaften werden sie unter anderem mit regelmäßigen Strukturen versehen. Das verändert nicht nur die strukturmechanischen Eigenschaften wie beispielsweise die Biegesteifigkeit, sondern auch die akustische Charakteristik. Besonders im Bereich des Leichtbaus ist die Kenntnis der veränderten Eigenschaften derart umgeformter Bleche und deren mögliche Vorhersagbarkeit von Interesse. Im Gegensatz zu dem strukturmechanischen Verhalten wurden jedoch die akustischen Eigenschaften bisher wenig untersucht.

Innerhalb dieser Untersuchung wird das Körperschallverhalten solch regelmäßig strukturierter Bleche anhand von Stahlblechen mit einer hexagonalen Wabenstruktur näher betrachtet. Da die Berechnung des Körperschallverhaltens strukturierter Platten analytisch nur in engen Grenzen möglich ist, finden für die Untersuchung hauptsächlich numerische Methoden Anwendung. Mittels FEM-Simulation werden die Anregungseigenschaften der strukturierten Bleche ermittelt. Dafür wird die Punktimpedanz in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern sowohl für einzelne Bleche als auch für daraus gefertigte doppelwandige Strukturen untersucht. Der Beitrag geht näher auf die Verfahren der einzelnen Untersuchungen ein und veranschaulicht erste Ergebnisse. Hierbei wird besonders auf die Abhängigkeit der Punktimpedanz von Parametern der strukturierten Bleche wie der Schlüsselweite der Waben, der Blechdicke sowie dem Einleitungszeitpunkt eingegangen.

Do. 15:20 Prag

Körperschall / Schwingungstechnik

The importance of nonlinearities in wheel/rail rolling noise generation

Anders Nordborg

Sound View Instruments (SE)

A nonlinear wheel/rail interaction model in the time domain has been developed, in order to investigate when it is necessary to include nonlinearities in a noise generation model, since standard models (TWINS, RIM) usually are linear and perform the calculations in the frequency domain. Wheel/rail response (vertical deflection) is determined by time integrating Green's function (or the impulse response function) of the rail and the wheel together with force impulses from the wheel/rail contact. The Green's function of the rail includes the discrete supports, thus accounting for the sleeper-passing frequency and the pinned-pinned frequency, causing an additional parametric excitation. An FEM model of the wheel first yields input and transfer (around the circumference) mobilities, and by an inverse FFT subsequently also the impulse response function. In the wheel/rail contact region, nonlinearities may add further contributions to the excitation. Due to surface roughness and geometrical shapes of both wheel and rail, contact nonlinearities are introduced in the wheel/rail-interaction. To include these, the computationally efficient state-dependent method is used. In this method, contact stiffness and filtering are extracted from a three-dimensional modelling of the contact region, and subsequently included in a simple moving point force description.

Do. 15:40 Prag

Körperschall / Schwingungstechnik**Schallabstrahlung eines Permanentmagnet-Synchronmotors bei unterschiedlichen Betriebszuständen**Christian Adams, Clarissa Schaal, Joachim Bös und Tobias MelzTU Darmstadt - SzM

Bei der Entwicklung von Elektromotoren spielt die Akustik eine immer wichtigere Rolle. Die Geräusche eines Elektromotors entstehen unter anderem durch Magnetkräfte, die die Struktur des Motors zu Schwingungen anregen. Diese Magnetkräfte hängen vor allem von den in den Spulen fließenden Strömen ab. Die Stromsignale lassen sich wiederum über die Motorregelung beeinflussen. Folglich bietet die Regelung einen Ansatzpunkt zur Beeinflussung der Schallabstrahlung von Elektromotoren. Dazu wurde ein numerisches Modell aufgebaut, welches den Permanentmagnet-Synchronmotor, d.h. die Motorelektrik, die Magnetkräfte und die Mechanik sowie den Körperschallfluss und die Luftschallabstrahlung abbildet. Mit diesem Modell lässt sich die abgestrahlte Schallleistung in Abhängigkeit von der Phasenspannung berechnen. Zur Verifizierung des Modells dienen experimentelle Daten. In einer Parameterstudie werden verschiedene Betriebszustände des Permanentmagnet-Synchronmotors bei unterschiedlichen Regelstrategien untersucht und die dabei abgestrahlte Schallleistung betrachtet. Beim Einsatz einer digitalen Drehmomentregelung kann bei gleichem akustischen Verhalten des Gesamtsystems eine höhere Reglerdynamik erzielt werden als bei einem PI-Drehzahlregler. Das verwendete Pulsweitenmodulationsverfahrens sowie der Signal-Rausch-Abstand des Sensors beeinflussen ebenfalls die Akustik des Elektromotors.

Do. 16:00 Prag

Körperschall / Schwingungstechnik**Development of a vibration isolator with dry friction damping**Rene Boonen und Paul SasKULeuven PMA (B)

A new type of suspension component with dry friction damping has been developed. It consists of an &_Omega-shaped spring wire which ends can slip in their mountings. By positioning these components under 90 degrees around the suspended object, the suspension functions in all six degrees of freedom. The suspension component will be modeled as a series connection of a spring with a coulomb damper, which in turn is in parallel with a second spring. This model will be analyzed using Hamilton's equations of motion to deal with the non-linear phenomena. An experimental setup has been realized whereupon the suspension components are validated using hammer impulses. The observed response is an efficiently damped sinusoidal motion which turns into an undamped sinusoid with small amplitude. In the spectrum, the resonance has been limited in magnitude to 10 dB and the isolation characteristic remains -40 dB/decade equivalent to the undamped spring.

Do. 16:20 Prag

Körperschall / Schwingungstechnik

Dämpfungsverhalten von Polyamid-6-ElastomercompoundsMario Wöhrl, Matthias Klärner und Lothar Kroll*Technische Universität Chemnitz*

Da Elastomere nicht wie Thermoplaste durch Aufschmelzen unbegrenzt wiederverwertbar sind, stellt das Recyceln dieser Werkstoffgruppe ein großes Problem dar. Um die elastischen Eigenschaften des Gummis zumindest teilweise wiederzuverwenden wurden bereits Anfang des 20. Jahrhunderts Abfälle aus Naturkautschuk gemahlen und als Pulver neuen Produkten zugesetzt. Dieses Verfahren bietet auch heute noch die Möglichkeit einer kostengünstigen Nutzung von elastomerer Abfällen. Nutzt man das aus Altreifen gewonnene Mehl als Füllstoff für thermoplastische Formmassen, kann hierdurch eine signifikante Steigerung der Dämpfungseigenschaften erzielt werden. Der Artikel stellt die erreichten Ergebnisse verschieden stark gefüllter PA6-Gemenge hinsichtlich ihrer statischen und dynamischen Eigenschaften dar. Zusätzlich wird auf die Möglichkeit eingegangen, diesen neu entwickelten Werkstoff als Kernschicht in hybriden Metall Kunststoff Verbunden zur Schwingungsdämpfung und Minimierung der Schallabstrahlung großflächiger Umformbauteile zu verwenden.

Sitzung „Schallbelastung der Meere durch den Menschen I“

Do. 9:00 Budapest

Schallbelastung der Meere I

Dämpfungswirkung von HSD und BBC bei der Rammung von Monopfählen beim OWP Amrumbank WestHauke Sychla^a, Philipp Stein^a, Benedikt Bruns^a, Christian Kuhn^a, Jörg Gattermann^a und Jan Degenhardt^b^a TU Braunschweig; ^b E.ON Climate & Renewables GmbH

Die Einbringung von Monopfählen als Gründung für Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) mittels Schlagrammung birgt noch immer große Herausforderungen hinsichtlich der Einhaltung der Grenzwerte der zulässigen Hydroschallpegel. Dies gelingt aktuell nur durch die Kombination verschiedener Schallminderungssysteme (NMS). Beim Offshore-Windpark (OWP) Amrumbank West (ABW) wurden HydroSoundDamper (HSD) direkt am Pfahl sowie der Große Blasenschleier (BBC) in einiger Entfernung zum Pfahl eingesetzt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens 'triad' konnten beim OWP ABW Pfahlrammungen sowohl beim kombinierten Einsatz von HSD und BBC, als auch beim Einsatz der einzelnen NMS und ganz ohne NMS umfangreiche Messungen durchgeführt werden. Dazu kam eine dichte Matrix von Hydrophonen in verschiedenen Wassertiefen sowie eine Reihe von Geophonen im Abstand von 15 m bis 750 m zum Monopfahl zum Einsatz. Durch die gewonnenen Daten ist eine Bestimmung der frequenzabhängigen Dämpfungswirkung der eingesetzten NMS einzeln und in Kombination möglich. Anhand der Wellencharakteristiken und Laufzeiten von Hydroschall-

und Bodenvibrationssignalen ist eine Untersuchung des Einflusses des Bodens möglich. Auf Grundlage der Messergebnisse kann die Schallausbreitung im Wasser sowie in der Grenzschicht zwischen Wasser und Boden beschrieben werden. Hieraus können Erkenntnisse zum optimalen Einsatz von NMS bei der Rammung von Gründungspfählen von OWEA gewonnen werden.

Do. 9:20 Budapest

Schallbelastung der Meere I

Unterwasserschallmessungen bei der Forschungsplattform FINO3

Max Görler und Frank Gerdels

Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG

Seit Ende 2012 bearbeitet der FWG das Vorhaben "Untersuchung der räumlichen und zeitlichen Variabilität des Schallfeldes bei der Forschungsplattform FINO3 in der Nordsee mit gleichzeitiger Erfassung der Anwesenheit von Schweinswalen". Dazu werden bei FINO3 eine vertikale Hydrofonkette, C-POD Klickdetektoren sowie ein Kamerasystem betrieben. Die Realisierung des Messsystems wurde 2014 auf der DAGA vorgestellt. Weiterhin werden im Rahmen des Vorhabens bei Seever suchen Schallausbreitungsexperimente durchgeführt. Als Schallquelle kommen ein elektrischer Schallwandler mit variabler Frequenz sowie eine Mini-Airgun zum Einsatz. Die Airgun erzeugt impulsförmige niederfrequente Schallsignale, die denen von Rammschall ähneln.

In diesem Beitrag wird der bisherige Betrieb des gesamten Messsystems kurz beschrieben. Es werden akustische Messungen von Rammschall aus der Bauphase des benachbarten Offshore Windparks Dan-Tysk vorgestellt. Die Rammschallmessungen wurden von September bis Dezember 2013 durchgeführt und umfassen ca. 20 Pfahlrammungen. Weiterhin werden Ergebnisse der Schallausbreitungsexperimente gezeigt. Diese fanden im September 2014 statt. Dabei wurden die Schallquellen in verschiedenen Entfernung zur Hydrofonkette eingesetzt, um den Einfluss der Ausbreitungsdistanz auf die Signalform zu untersuchen.

Das Vorhaben ist beauftragt durch die Forschungs- und Entwicklungszentrum Fachhochschule Kiel GmbH und wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Do. 9:40 Budapest

Schallbelastung der Meere I

Industrial Learnings and Opportunities using Modelling for Prediction of Underwater Noise and Mitigation Measures

Jon Kringelum^a und Peter Skjellerup^b

^aDong Energy Wind Power A/S (DK); ^b Geocos Aps (DK)

Over a number of years DONG Energy has worked on applying and developing numerical modelling for prediction of underwater noise in connection with piling of large-diameter steel foundations. This has been done in collaboration with leading universities and consultants. Results

from this work have provided valuable input to understanding and forecasting noise source strengths, transmission paths and far-field propagation. The understanding and estimation of the effect of the transmission through the soil is of particular importance for industrial applications. In addition, validation against field data has been performed. This contribution will present status of the work conducted and outlook for future use as well as further development points. Finally it will explain and discuss a number of learnings that DONG Energy has taken away from our engagement in this important topic.

Do. 10:00 Budapest

Schallbelastung der Meere I

Numerische Modellierung von Rammschall mit gekoppeltem Finite Elemente und Parabolic Equation Verfahren

Jan Ehrlich, Alexandra Schäfke und Ingo Schäfer

Wehrtechnische Dienststelle 71

Bei dem Aufbau von Installationen im Meer, etwa für Windkraftanlagen, wird sehr viel Lärm in das Meer eingebracht. Dazu werden üblicherweise hydraulisch betriebenen Rammen verwendet, deren Betrieb zu impulsartigen Schallereignissen mit sehr hohen Pegeln führt. Um die Auswirkungen dieser Arbeiten auf die marine Umwelt abschätzen zu können, muss die Schallausbreitung im Meer über weite Entferungen bekannt sein. Die Schwierigkeit bei der Prädiktion der Schallausbreitung liegt darin, dass sowohl das Quellsignal, der Rammschlag an dem Pfahl und die Ausbreitung im Nahfeld ausreichend genau beschrieben werden muss, als auch die Schallausbreitung über große Entferungen. Es wird ein gekoppeltes Verfahren vorgestellt, bei dem der Rammschlag und die Ausbreitung im Nahfeld mit finiten Elementen detailliert berechnet werden. Da die erforderliche Genauigkeit für die Weitbereichsausbreitung mit dieser Methode aus Gründen der Rechenzeit und des erforderlichen Speicherverbrauchs nicht verwendet werden kann, wird das Nahfeldergebnis mit einer Weitbereichsrechnung mit der Parabolic Equation Methode gekoppelt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass ausgehend von der Schalldruckverteilung an der Übergabestelle die Lösung direkt als Anfangswertproblem weiter über die Entfernung von der Quelle propa- giert werden kann.

Do. 10:20 Budapest

Schallbelastung der Meere I

Zur Prognose von Rammschall unter Berücksichtigung unsicherer Eingangsparameter

Tristan Lippert, Kristof Heitmann, Marcel Ruhnau, Stephan Lippert und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Die Rammung von Gründungspfählen für Offshore-Windenergieanlagen führt zu einer hohen Schallimmission in die Meere. Zum Schutz der marinen Umwelt, insbesondere der marinen Säuger, ist ein möglichst geringer Schalleintrag anzustreben. Berechnungsmodelle, die eine Abschätzung der zu erwartenden Schalldruckpegel und eine Auslegung

der nötigen Schallschutzmaßnahmen ermöglichen, sind daher von zentraler Bedeutung. In den letzten Jahren wurden verschiedene Ansätze zur Prognose des Unterwasser-Rammschalls entwickelt. Mittels dieser Modelle wird für die Erstellung sogenannter 'Environmental Impact Assessments' die Vorhersage des SPL bis in etliche Kilometer Entfernung von der Baustelle vorgenommen. Das Hauptproblem bei der zuverlässigen Vorhersage der Schallausbreitung stellt hierbei die realistische Abbildung der Meeresumwelt im Modell dar. Zum einen unterliegt diese zeitlichen Schwankungen, zum Beispiel hinsichtlich der Rauigkeit der Meeresoberfläche oder der Ausbildung von Schallkanälen, zum anderen stehen über verschiedene Parameter oft nur rudimentäre Informationen zur Verfügung, wie zum Beispiel über die akustischen Eigenschaften des Meeresbodens. Um dieses Problem angemessen zu berücksichtigen werden im vorliegenden Beitrag verschiedene Eingangsparameter eines numerischen Prognosemodells im Rahmen der Genauigkeit, mit der sie angegeben werden können, statistisch variiert. Daraus ergibt sich für den zu berechnenden SPL kein einzahliger Prognosewert mehr, sondern eine Wahrscheinlichkeitsverteilung. Diese Verteilungen werden für verschiedene Windparks mit den Verteilungen der tatsächlich gemessenen SPL verglichen und ausgewertet.

Sitzung „Schallbelastung der Meere durch den Menschen II“

Do. 14:40 Budapest

Schallbelastung der Meere II

Globale Modellierung eines Offshore-Blasenschleiers

Tobias Bohne, Cristina Díaz-Cereceda, Tanja Grießmann und Raimund Rolfes

Leibniz Universität Hannover

Die mit dem Rammen von Monopiles verbundenen Schallemissionen stellen eine potentielle Gefahr für die Meeresumwelt dar. Ausführliche Messungen zeigen, dass die zum Schutz vorgesehenen Grenzpegel immer wieder deutlich überschritten werden. Effektiven Schallminderungsmaßnahmen kommt somit eine wichtige Rolle bei der ökologischen Umsetzung der Energiewende zu. Eine der häufig eingesetzten Maßnahmen ist, alleine oder in Kombination mit weiteren Systemen, der Blasenschleier. Trotz der weiten Verbreitung sind die schallmindernden Effekte bisher umstritten. Vorangegangene Detailuntersuchungen zeigen, dass für niedrige Frequenzbereiche insbesondere der Impedanzsprung zwischen Wasser und dem Luft-Wasser-Gemisch und für höhere Frequenzen die Blasenschwingungen von entscheidender Bedeutung für die Schallminderung sind. Das Modell, das auf der numerischen Lösung der Wellengleichung beruht, zeigt dabei eine gute Übereinstimmung mit in der Literatur zu findenden analytischen Modellen. Im Mittelpunkt dieser Ausarbeitung steht der praktische Vergleich der analytischen Modelle mit Offshore-Messungen. Ergaben die bisherigen Betrachtungen an Detailmodellen eine genauere Vorstellung von den akustischen Effekten, zeigen sich bei der globalen Modellierung neue Herausforderungen. Der

Blasenschleier unterliegt auf Grund von Turbulenz und Seegang stetigen Änderungen in seinen Eigenschaften und seiner Form. Erste Ergebnisse zeigen, dass neben der exakten akustischen Modellierung bei der globalen Modellierung eine genaue Kenntnis der Verteilung des Gasgehalts im Wasser und der Blasengrößen in den Vordergrund treten.

Do. 15:00 Budapest

Schallbelastung der Meere II

Untersuchung des Wirkungsprinzips eines Blasenschleiers mit der "Volume of Fluid-Methode"

Henning Lohmann, Kristof Heitmann, Niklas Kühl, Tristan Lippert, Stephan Lippert, Marcel Ruhnau und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Im Rahmen der globalen Klimaschutzabkommen hat es sich die Bundesrepublik Deutschland zum Ziel gesetzt, den Energieverbrauch und Schadstoff-Ausstoß um ein beträchtliches Maß zu senken. Der Ausbau der Offshore-Windenergie spielt hierbei eine wichtige Rolle. Zur Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen ist die Pfahlrammung die am häufigsten verwendete Gründungsform. Diese Methode führt allerdings in der Wassersäule zu sehr hohen Schalldruckpegeln, die in Pfahl Nähe 200dB deutlich überschreiten können. Zum Schutz der Meeressäuger wurden daher vom Bundesumweltministerium Grenzwerte eingeführt. Um diese einhalten zu können ist es in den meisten Fällen erforderlich, ein Schallschutzsystem zu verwenden. Oft kommen hierbei sogenannte Blasenschleier zum Einsatz. Um das Wirkungsprinzip des Blasenschleiers zu untersuchen, wird in diesem Beitrag die "Volume of Fluid-Methode" zur Simulation des zweiphasigen Luft-Wasser-Gemisches herangezogen. Ziel der Untersuchungen ist es hierbei, Erkenntnisse bezüglich der schallmindernden Wirkung des Blasenschleiers zu erlangen.

Do. 15:20 Budapest

Schallbelastung der Meere II

Numerische Untersuchung des Einflusses verschiedener Schallschutzsysteme auf den Schalldruckpegel während einer Offshore-Pfahlrammung

Kristof Heitmann, Tristan Lippert, Marcel Ruhnau, Stephan Lippert und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Offshore Windenergie spielt eine zentrale Rolle beim Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland. Das Ziel der Bundesregierung ist es dabei, die Treibhausgasemission massiv zu senken. Zur Errichtung der Windenergieanlagen werden Pfähle bis zu 50 Meter in den Meeresboden gerammt. Durch diesen Vorgang kommt es zur Ausbreitung einer Unterwasserschallwelle, die einen Schalldruckkegel von bis zu 200 dB erreichen kann. Um Unterwassertiere, wie zum Beispiel den Schweinswal, zu schützen, wurden Grenzwerte für den Rammschall vom Bundesumweltministerium eingeführt. Um diese Grenzwerte einhalten zu können,

ist es oftmals erforderlich ein Schallschutzsystem zu nutzen. Die in der Praxis gängigen Schallschutzsysteme lassen sich durch ihren Abstand zum gerammten Pfahl unterteilen. Dabei existieren Schallschutzsysteme, die den Schall in der direkten Umgebung des Pfahls mindern und Maßnahmen, die in großer Entfernung vom Pfahl den Schall an der Ausbreitung hindern. In dem geplanten Beitrag wird der Einfluss verschiedener Schallschutzkonzepte diskutiert und mit Hilfe von numerischen Methoden untersucht. Abschließend werden relevante Ergebnisse vorgestellt.

Sitzung „Auditive Wahrnehmung und multimodale Interaktion I“

Do. 8:20 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Frühe Ansätze zur Beschreibung auditiv angeregter Bewegungsvorstellung bei Alexander Truslit

Michael Hayekamp

Ford Werke GmbH

Die Entwicklung zeitgemäßer Antriebskonzepte für Fahrzeuge hat eine Diskussion über informative Warngeräusche für den Passantenschutz entfacht. Das Sounddesign muss sich dabei auf Möglichkeiten auditiver Repräsentation von Bewegung stützen. Die Frage nach Verbindungen zwischen Geräuschen und Bewegung wurde mit Blick auf musikalische Performance immer wieder behandelt. Es ist daher sinnvoll, zu prüfen, in welchem Maße historische Ansätze geeignet sind, Konzepte der modernen Geräuschgestaltung zu bereichern.

Der Musikwissenschaftler und -pädagoge Alexander Truslit (1889 - 1971) hat zur Entstehung der durch musikalische Strukturen ausgelösten Bewegungsvorstellung interessante Experimente durchgeführt und versucht, allgemeine Prinzipien der Musikwahrnehmung, Interpretation und Komposition abzuleiten. In diesem Zusammenhang ist auch das von ihm entwickelte System der Visualisierung der Bewegungsvorstellung und die Extraktion von Grundformen bemerkenswert. Truslits Arbeiten gerieten weitgehend in Vergessenheit, wurden jedoch zur Optimierung von Algorithmen zur Musikwiedergabe auf Grundlage digitalisierter Partituren herangezogen.

Truslit veröffentlichte 1938 das Buch "Gestaltung und Bewegung in der Musik" mit zahlreichen Visualisierungen - offenbar das erste Werk zur Musikwahrnehmung, dem Klangbeispiele auf Schallplatten beigelegt wurden. Für 2015 ist die Wiederveröffentlichung dieses Schlüsselwerkes geplant - als multisensuelles "Paket" mit Musikbeispielen, Visualisierungen, Partiturauszügen und Lehrfilm. Aus diesem Anlass sollen Truslits Thesen und musikpraktische Methoden auf ihre Bedeutung für die Repräsentation von Bewegung in Geräuschen untersucht werden.

Do. 8:40 Hongkong

Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Modelle der sensorischen Integration in Synästhesie

Gregor R. Szycik^a, Janina Neufeld^a, Daniel Wiswede^b und Christopher Sinke^a

^a Medizinische Hochschule Hannover; ^b Universität zu Lübeck

Synästhesie stellt eine Wahrnehmungsbesonderheit dar, bei der Reize einer bestimmten sensorischen Modalität zu Sinneseindrücken in einer anderen sensorischen Modalität führen. Häufige synästhetische Koppungen betreffen auditorische und visuelle Modalitäten. Neuronale Korrelate der Synästhesie sind derzeit kaum verstanden. In der Literatur werden gegenwärtig mehrere Modelle der Synästhesie diskutiert. Viele dieser Modelle haben ihren Ursprung in der Forschung an spezifischen Formen der Synästhesie und somit zeigen sie Insuffizienzen bei der Erklärung anderer synästhetischer Phänomene. Auf Grund der Vielfältigkeit der Erscheinungsformen der Synästhesie unter Beteiligung aller Sinnessysteme und auch höherer kognitiver Funktionen kann man jedoch annehmen, dass es auch ein allgemeines, für alle Synästhesieformen gültiges Modell geben kann. Gegenwärtig wird daher ein Modell diskutiert, das auf überaktivierten multimodalen Bindungsmechanismus beruht. Dieses Modell der Hyperbindung geht davon aus, dass die Sinneseindrücke unter Beteiligung höherer multisensorischer Areale zu einem kohärenten Percept integriert werden und bei Überaktivität zur synästhetischen Wahrnehmungen führen können. Aus der Perspektive des Hyperbindung-Modells kann die Synästhesie als eine extreme Form der gewöhnlichen multimodalen Wahrnehmung betrachtet werden. Im Vortrag werden Ergebnisse von Verhaltens-, fMRI- und EEG-Studien präsentiert, die Hinweise auf die Beteiligung multisensorischer Hirnareale bei Synästhesie geben und diese im Kontext des Hyperbindung-Modells diskutiert.

Do. 9:00 Hongkong

Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Vibroakustische Audiowiedergabe im KFZ

Sebastian Merchel^a, M. Ercan Altinsoy^a, Dirk Kaule^b und Christian Volkmar^c

^a TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik; ^b BMW Forschung und Technik GmbH; ^c IAV GmbH

Für sitzplatzbezogene Entertainment-Systeme in Kraftfahrzeugen kommen bisher üblicherweise Kopfhörer zum Einsatz. Ziel dieses Projektes ist die individuelle Mehrplatz-Audiowiedergabe über verteilte Fahrzeulgutsprecher. Problematisch ist dabei die unzureichende räumliche Trennung bei tiefen Frequenzen. Einen Lösungsansatz stellt die Substitution von Schall durch GanzkörperSchwingungen dar. Bisherige Studien haben gezeigt, dass Sitzvibrationen nicht nur die Qualität eines Musikerlebnisses beeinflussen, sondern auch die Lautheitswahrnehmung bei tiefen Frequenzen verändern. Dieser Beitrag untersucht ob durch die Anregung von Sitzvibrationen der individuelle akustische Basspegel

gesenkt werden kann. Für die Untersuchung wurde ein experimentelles Setup zur Wiedergabe von Audiosignalen mit zusätzlichen Vibratoren entwickelt: ein mit mehreren Schwingungsaktuatoren ausgestatteter Fahrzeugsitz. Die Vibrationsgenerierung erfolgte mit verschiedenen wahrnehmungsoptimierten Signalverarbeitungsansätzen unter Berücksichtigung der Exciter-Charakteristik. Als Teststimuli kamen Musiksequenzen unterschiedlicher Stile zum Einsatz. Interessant war ebenfalls der Einfluss verschiedener Vibrationspegel.

Do. 9:20 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Auditive and Audiotactile Music Perception of Cochlear Implant Users

Martha Papadogianni-Kouranti^a, Hauke Eggermann^b, Stefan Weinzierl^b

^aTU Berlin; ^bTU Berlin, FG Audiokommunikation

While test scores in rhythm perception of cochlear implant (CI) users are similar to those of normal hearing people, spectral perception (e.g. melody or timbre discrimination) remains a great challenge. Here, previous studies in the field of music perception with CIs have only investigated auditory stimulation. Nevertheless, considering findings in the field of multimodal interaction, which suggest a strong correlation between the auditory and the somatosensory system, this empirical study aims to examine the possibility of enhancing the melody discrimination of child implant users by presenting additional vibrotactile information. In a within-subject design, music perception performance scores were compared for the audio-only and the audio-vibrotactile condition. For the vibrotactile stimulation a wooden chair was built, which transmitted the vibratory inputs by using two bass shakers. The audio stimuli were monophonic melodies taken from the child version of the Montréal Battery for the Evaluation of Amusia. Results indicate a significant improvement of the melody perception of child implant users, while rhythm related tasks were assessed similarly well. These results imply that CI users could benefit from additional vibrotactile stimulation during music listening.

Do. 9:40 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Einfluss des Stimuluspegels auf die Wahrnehmung von interauralen Laufzeitdifferenzen mit bilateralen Cochleaimplantaten

Katharina Egger, Piotr Maidak und Bernhard Laback

Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung

Die Versorgung mit Cochleimplantaten (CIs) erfolgt heutzutage zunehmend bilateral, um CI-Trägern besseres Lokalisationsvermögen und höhere Sprachverständlichkeit, vor allem im Störgeräusch, zu ermöglichen. Zahlreiche Studien untersuchten verschiedenste Aspekte der Lateralisation von Schallquellen anhand der Auswertung interauraler Laufzeitdifferenzen (engl. interaural time differences, ITDs) bei CI-Trägern. Der Einfluss des Stimuluspegels auf die ITD-Sensitivität wurde jedoch nicht

eingehend untersucht. Untersuchungen im normalen Gehör zeigten zunehmende Sensitivität gegenüber interauralen Differenzen mit steigendem Pegel. In dieser Studie wurde analog dazu die Annahme getroffen, dass auch bei CI-Trägern höhere Pegel zu verbesserter Sensitivität führen. Bei sieben bilateralen CI-Trägern wurde die ITD-Sensitivität für drei verschiedene Stimuluspegel untersucht. Dazu wurden differentielle Wahrnehmbarkeitsschwellen von ITDs für unmodulierte Pulsketten mit einer Rate von 100 Pulsen pro Sekunde bestimmt. ITD-Schwellen wurden an einem oder an zwei gleichzeitig angeregten interauralen Elektrodenpaaren gemessen. Wenn zwei Paare gleichzeitig stimuliert wurden, wurde identische ITD-Information an beiden Paaren präsentiert. Die erhobenen ITD-Schwellen zeigen eine starke Pegelabhängigkeit: je höher der Pegel, desto niedriger die Schwellen. Die Pegelabhängigkeit zeigt sich in konsistenter Weise bei Einzel- und Doppelpaaren. Die Resultate werden im Kontext klinischer Stimulationstechniken diskutiert.

Do. 10:00 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Das Tinnitusprojekt an der TH Ingolstadt - Einblicke

Josef Pöppel

Technische Hochschule Ingolstadt

Das Tinnitusprojekt startete 2006 als eine Besucherin der neuen anechoischen Kabine für Funk- und Schallmessungen nach kurzem Aufenthalt zufällig zurückmeldete: "Ihr Tinnitus ist weg". Zwei Jahre später begann die Zusammenarbeit mit ersten HNO-Ärzten nachdem wieder positive Rückmeldungen bezüglich Tinnitus eintrafen. Die Erfolgsrate liegt etwa bei 5% bei einem global wahrgenommenen, jedoch >50% bei lokalen Tinnitus.

Oft verbesserte sich beim Tinnitus nichts oder es gab nur Erfolge in naheliegenden Themen wie Hörverbesserung nach Hörsturz oder auch Schmerz beim Hören (Schmerzschwelle bei 70dB). Jedoch, es kamen viele positive Rückmeldungen auch aus ganz anderen Bereichen wie Arthrose, Asthma, Allergien bis hin zu Schübe beruhigen bei Multipler Sklerose/MS etc.. - Autoimmunerkrankungen, ein Schwerpunkt des Tinnitusprojekts.

Für MS- Betroffene sind vor 5 Jahren erste günstigere Kabinen außerhalb der THI entstanden. Seit 2 Jahren auch erste bei Heilpraktikern und mittlerweile auch bei Ärzten. In 2014 sind voraussichtlich ca. 30 Kabinen in Betrieb. Seit 05/2014 ist das Tinnitusprojekt Teil des EU-Projekts "TINNET", das die bessere Klassifikation/Verständnis bis hin zu besseren Behandlungsmethoden für die ca. 7 Mio. behandlungsbedürftigen Tinnitus-Betroffenen innerhalb der EU zum Ziel hat.

Do. 10:20 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s.u.)

Sitzung „Auditive Wahrnehmung und multimodale Interaktion (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 10:20 / Hongkong, Poster-Forum: Do. 15:40 / Ebene 1

Donnerstag Auditive Wahrnehmung / multimod. Interaktion (Poster)

Updated analytical expressions for critical bandwidth and critical-band rate

Florian Völk

TU München, Bioanaloge Informationsverarbeitung

The analytical expressions describing the frequency dependencies of critical bandwidth and critical-band rate have been derived from the results of psychoacoustic experiments, with the primary aim of complying with the critical-band concept that models certain aspects of the peripheral auditory signal processing. The original critical bandwidth formula converges to 100 Hz at frequencies below about 300 Hz. The corresponding critical-band rate function is not invertible in closed form. These aspects complicate the application of the critical-band concept in digital signal-processing algorithms. In this contribution, established expressions for critical bandwidth and equivalent rectangular bandwidth are reformulated fully in line with the fundamental concept, but by continuous functions with bandwidths smaller than half the center frequency at all audible frequencies. Further, a revised and invertible critical-band rate function is derived. Both, the critical bandwidth and the critical-band rate function, fit the underlying measurement results more accurately than the original expressions.

Donnerstag Auditive Wahrnehmung / multimod. Interaktion (Poster)

Deutung der Hörschwelle in Richtlinien zur Bewertung tieffrequenter Geräusche

Detlef Krahé

Bergische Universität Wuppertal

In vielen Richtlinien - so auch in der deutschen - zur Bewertung von tieffrequenten Geräuschen wird eine Hörschwelle definiert, die so gedeutet wird, dass Terzkomponenten, die unter dieser Schwelle liegen, bei der Bewertung nicht weiter zu berücksichtigen sind, selbst wenn mehrere Komponenten nur knapp unter der Schwelle liegen. Es gibt Untersuchungen, die zeigen, dass solche Komponenten als Summe die Hörschwelle überschreiten können und wahrnehmbar werden. Das sollte nicht wirklich überraschend sein, denn der Frequenzbereich bis 100 Hz entspricht der ersten Frequenzgruppe. Auch ohne diesen Hinweis ist nachvollziehbar, dass im Bereich sehr tiefer Frequenzen die zeitliche Zuordnung einzelner Komponenten und deren summarisches Zusammenspiel eine besondere Rolle spielen. Nicht selten ergibt sich eine

Schwebungen oder eine stochastische Modulation, welche die Wahrnehmbarkeit und auch die Lästigkeit erhöhen. Zusätzliche Messgrößen, die geeignet sind, die summarische Wirkung adäquat zu erfassen, sollen diese Lücke in der Geräuschbewertung schließen.

Donnerstag Auditive Wahrnehmung / multimod. Interaktion (Poster)

Versuche zur Körperreaktionserfassung von lärmenden und angenehmen Musik-/Hörreizen mittels medizintechnischer Meridian-Feedback-Messmethode

Florian M. König

Florian König Enterprises GmbH, Germering

Ab wann und wie wirken Hörereignisse (physiologisch, psychisch oder psychoakustisch) stressend, störend auf den Menschen? Eine Kardinalfrage, die bislang mittels objektiver Untersuchungsmethoden der Akustik beleuchtet wurde. Lässt sich dies einfach und insbesondere überschaubar sowie vorzugsweise kurzfristig bei Jedermann als klare Trennlinie bei bestimmten Körperorganen sichtbar machen? Bereits zur DAGA2012, AIA-DAGA2013 sowie insbesondere bei der 27. & 28. Tonmeistertagung wurden lärmende und angenehmen Musik-/Hör-/Schallreize Probanden angeboten und mittels einer für Akustiker untypischen Vergleichs-Messmethode bewertend überprüft.

Ein aus der "Traditionell Chinesischen Medizin" herrührendes und über zwei Jahrzehnte entwickeltes Meridian-Feedback-Messverfahren ist hierbei seitens Untersuchungen von 2012-2014 u.a. um die Stresserzeugung per natürlicher, atmosphärischer Wechselfelder meteorologischen Ursprungs (s. Wetterföhligkeit) als Nebenprodukt mit benutzt worden. Zur Beschallung wurden Kopfhörer sowie zwei speziell (teils binaural) gemischte Sound-Tracks verwendet.

Es zeichneten sich Tendenzen ab, dass bereits nach kurzer Einwirkzeit von störend-stressenden Schallereignissen auf Probanden sofort-Effekte auf bestimmte Organe (s. Meridianwerte) sichtbar werden. Dies soll auch gerne bedarfsabhängig LIVE an Probanden demonstriert werden können.

Sitzung „Auditive Wahrnehmung und multimodale Interaktion II“

Do. 14:40 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion II

Die Grenzen der Wahrnehmung - Fühlenschwellen für Ganzkörperschwingungen bei hohen Frequenzen

Anna Schwendicke, M. Ercan Altinsoy und Sebastian Merchel

TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik

Im alltäglichen Leben begegnen uns Ganzkörperschwingungen in vielfältigen Situationen. In praktisch allen Fortbewegungsmitteln sind wir ihnen ausgesetzt, ebenso bei Konzertbesuchen oder auf einzelnen Sportgeräten. Vibrationsmessung in solchen Situationen protokollieren Ganzkörperschwingungen bis zu einigen hundert Hertz. Wieviel nimmt der Mensch davon wahr? In der Literatur werden Ganzkörperschwingungen

häufig nur bis etwa 100 Hz untersucht. Dieser Beitrag untersucht die Fühlschwelle von vertikalen Ganzkörperschwingungen bei höheren Frequenzen. Können die Fühlschwellen aus der Literatur einfach für höhere Frequenzen interpoliert werden? Besteht eine Abhängigkeit der Fühlschwelle von Geschlecht, Alter oder BMI? Insgesamt nahmen 43 Versuchspersonen (21 weibliche, 22 männliche) zwischen 21 und 72 Jahren an der Untersuchung teil. Die Versuchspersonen wurden auf eine rigide Platte gesetzt und die Fühlschwelle für sinusförmige Schwingungen in Terzschritten von 100 Hz bis 500 Hz bestimmt. Insbesondere für sehr hohe Frequenzen weichen die Werte erheblich von den aus der Literatur durch Interpolation erwarteten Werten ab. Nur für das Alter lässt sich ein systematischer Einfluss auf die Fühlschwelle feststellen. Das Geschlecht und auch der BMI wirkten sich nicht systematisch aus.

Do. 15:00 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion II

Untersuchung der Pegelabhängigkeit von Wahrnehmungsmerkmalen von Ganzkörperschwingungen

Robert Rosenkranz, M. Ercan Altinsoy und Sebastian Merchel

TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik

In vielen alltäglichen Situationen treten neben Geräuschen auch Vibrationen in Form von Ganzkörperschwingungen (GKS) auf. Diese können wichtige Informationen über die Umgebung vermitteln. Beispielsweise kann der Fahrer eines Fahrzeugs die Beschaffenheit einer Straße über Vibrationen des Fahrzeugsitzes taktile wahrnehmen. Dabei werden bei ihm bestimmte Wahrnehmungsmerkmale hervorgerufen, welche er in Form von Attributen (holprig, ratternd, ...) verbalisieren kann. Diese Wahrnehmungsmerkmale hängen stark von physikalischen Signalparametern wie der Frequenz ab. In der vorliegenden Arbeit wurde die Pegelabhängigkeit von Wahrnehmungsmerkmalen von GKS näher untersucht. Dazu wurden sinusoidale Stimuli im Frequenzbereich von 1 Hz bis 500 Hz bei 2 Pegelstufen über einen Shaker und eine Bewegungsplattform dargeboten. In einem freien Interview nannten Probanden die bei ihnen durch diese GKS hervorgerufenen Wahrnehmungsmerkmale. Mit Hilfe einer Faktorenanalyse wurden diese Attribute auf eine repräsentative Anzahl von Wahrnehmungsmerkmalen reduziert. Anschließend wurden die Stimuli in einem zweiten Versuch erneut präsentiert. Dabei bewerteten die Probanden die Ausprägung der zuvor reduzierten Attribute auf einer verbalen Rohrmannskala (z.B. nicht bis sehr holprig). Der Versuch zeigte, dass die Wahrnehmungsmerkmale stark pegelabhängig sind. Diese Erkenntnis trägt einerseits zum besseren Verständnis der taktilen Wahrnehmung von GKS bei. Andererseits können mit Hilfe der Beziehung zwischen GKS-Signalen und Wahrnehmungsmerkmalen gezielt Vibrationen, bspw. für virtuelle Umgebungen, entworfen werden.

Do. 15:20 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion II

Beurteilung und Multimodale Wahrnehmung von Lärm und Vibrationen in Kehrmaschinen

Andreas Nicht und M. Ercan Altinsoy

TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik

Im Rahmen einer Arbeitsschutzuntersuchung bei einem Stadtreinigungsbetrieb wurden in einer Reihe von Straßenkehrmaschinen die auf den Fahrer einwirkenden Lärmimmissionen und Ganzkörperbeschleunigungen gemessen. Hierfür wurde reproduzierbar eine Reihe typischer Arbeits- und Umgebungssituationen nachgestellt. Dabei kamen verschiedene Fahrzeuge unterschiedlicher Größe und Baujahre zum Einsatz. Die aufgezeichneten binauralen Schalldruckpegelverläufe und triaxialen Sitz-Vibrationen wurden anschließend gemäß der Arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen bewertet und beurteilt. Die Beurteilung gemäß der gültigen Vorschriften im Arbeitsschutzrecht verfolgt einen vereinfachten Ansatz dessen Richtwerte sich in der Regel auf Tagesmittelwerte beziehen. Dabei wird die Schall- und Schwingungsbelastung separat ermittelt.

Um neben der Einhaltung der rechtlichen Vorschriften weitergehende Aussagen zur tatsächlichen Belastung der Mitarbeiter treffen zu können, wurden zusätzlich multimodale Wahrnehmungsuntersuchungen der Lärm- und Vibrationseinwirkungen auf den Fahrer im Multimodalen Messlabor durchgeführt.

Do. 15:40 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion II

The Influence of Visual Cues on Auditory Distance Perception

Jens Cubick^a, Sébastien Santurette^a, Søren Laugesen^b und Torsten Dau^a

^aCentre for Applied Hearing Research, Technical University of Denmark;

^bEriksholm Research Centre, (DK)

Studies on auditory distance perception typically report that listeners overestimate the sound source distance for close distances up to about 1-3m, whereas they progressively underestimate it for farther distances (e.g., Zahorik 2002). However, data from our own experiment, where a virtual auditory space technique was used to auralize sounds, showed a very different trend. Sounds were presented at nine different distances and the listeners were asked to rate the perceived distance to the auditory event on a scale in metres provided by four markers in the room. At close distances, the sounds were perceived closer than the auralized source distance, distances from 1-5 m were slightly overestimated and the farthest distance (6.9 m) was underestimated again. The differences between the results from the two studies may be caused by procedural differences: a) the distance judgments in our study were obtained in the same room where the binaural room impulse responses had been recorded and b) a visual scale was provided, while the classic studies were carried out in a listening booth without a scale. This contribution

attempts to resolve this discrepancy by running the experiments both in a listening booth and the 'correct' room with varying degrees of visual cues.

Do. 16:00 Hongkong Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion II

Untersuchung der Chronometrie auditiver kognitiver Prozesse mittels Augenbewegungen

Andreas Widmann^a, Alexandra Bendixen^b, Nicole Wetzel^a, Susann Duwe^a, Ralf Engbert^c und Erich Schröger^a

^aUniversität Leipzig, Kognitive und Biologische Psychologie; ^bCvO Universität Oldenburg, Department für Psychologie; ^cUniversität Potsdam, Allgemeine und Biologische Psychologie

Das Auftreten aufgabenrelevanter und -irrelevanter Töne kann, vermutlich über die Modulation unspezifischer Aufmerksamkeitsprozesse, eine vorübergehende Inhibition des Sakkadensystems auslösen. In drei Studien wurde der Zeitverlauf dieses Inhibitionseffektes zur Untersuchung der Chronometrie auditiver kognitiver Prozesse genutzt. In einem aktiven Oddballparadigma sollten seltene Targettöne zwischen häufigen Nontargettönen entdeckt werden. Unterschiede in den Mikrosakkadenraten weisen darauf hin, dass eine Kategorisierung in Targets und Non-targets bereits 80-100ms nach Tonbeginn möglich ist. In einem passiven Oddballparadigma wurden zwischen häufigen (repetitiven) Standardtönen selten abweichende (neuartige) Geräusche präsentiert, während die Probanden ihre Aufmerksamkeit auf ein Video richteten. Für neuartige Geräusche war eine Inhibition des Sakkadensystems, vermutlich verursacht durch Aufmerksamkeitsdistraktion, bereits 45ms nach Tonbeginn nachweisbar. In einem aktiven Distraktionsparadigma sollten Töne hinsichtlich ihrer Dauer unterschieden werden, dabei wichen gelegentlich und unerwartet die Tonhöhe ab. Der Zeitverlauf der Sakkadeninhibition auf abweichende Töne 120ms nach Tonbeginn legt nahe, dass der auf Verhaltensebene beobachtete Distraktionseffekt bereits früh in der kognitiven Verarbeitung auftritt. Die Ergebnisse aller drei Studien zeigen, dass kognitive Prozesse, wie die Kategorisierung von Tönen, die Veränderungsdetektion und die Distraktion von auditiver Aufmerksamkeit, wesentlich früher auftreten als bisher auf der Basis von elektrophysiologischen und Verhaltensdaten erwartet. Die Messung von Augenbewegungen ist somit ein vielversprechendes Werkzeug zur Untersuchung auditiver kognitiver (Aufmerksamkeits-)Prozesse.

Do. 16:20 Hongkong

Auditive Wahrn. / multimod. Interaktion II

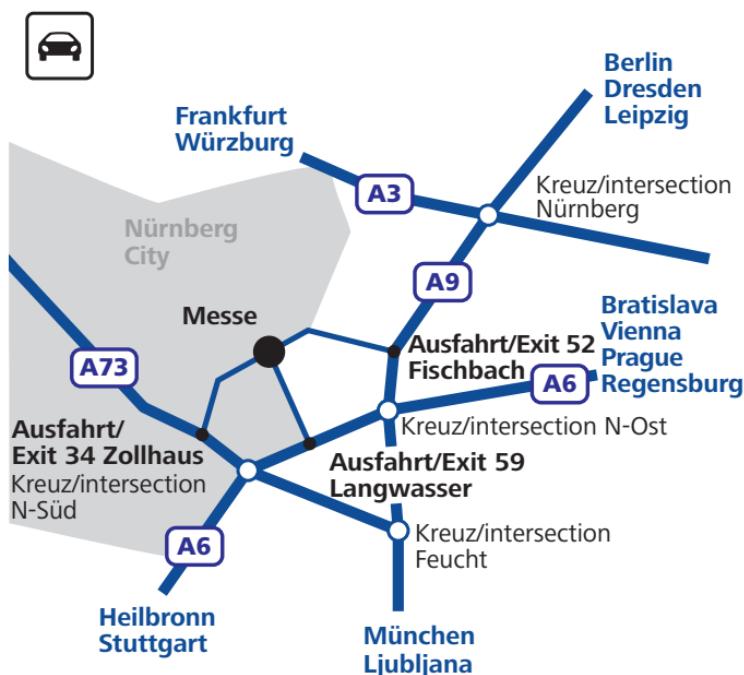
Entwicklung eines Softwarevocoders mit Hilfe der wertschöpfungsübergreifenden Lead User Methode

Paul Marx^a, Sebastian Merchel^a, M. Ercan Altinsoy^a, Ronny Reinhardt^b und Michael Schefcyk^b

^a TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik; ^b TU Dresden, Lehrstuhl für Entrepreneurship und Innovation

Im Rahmen einer wertschöpfungsübergreifenden Lead User Studie im Markt von Softwarevocodern wurde ein Workshop durchgeführt, welcher Lead User aus allen Prozessschritten der Wertschöpfungskette einbezieht. Hierbei entstanden Innovationskonzepte für Softwarevocoder, von denen einige Ansätze in Form eines Prototyps mit Reaktor 5 (Native Instruments) realisiert wurden. Der Beitrag stellt die Produktentwicklung in Relation zum Produktlebenszyklus eines virtuellen Instruments und zeigt Möglichkeiten der Innovationsfindung, Erfahrungen aus Workshops mit Lead Usern sowie die die Technologie der DSP-Entwicklung mit Reaktor 5. Des Weiteren wurde im Rahmen der Arbeit eine psychoakustische Wahrnehmungsstudie durchgeführt, durch die die optimalen Vocoderparameter für Sprachverständlichkeit und Angenehmheit gemessen werden sollten. Hierbei konnten signifikante Zusammenhänge gefunden werden, welche direkt in den Vocoder implementiert wurden.

Anreise zur Messe Nürnberg, NCC Ost



Anreise mit dem Pkw:

- Ihr Navigationssystem findet die NürnbergMesse unter der Adresse Karl-Schönleben-Straße oder als Sonderziel Messezentrum.
- Nutzen Sie bitte den Parkplatz P Ost (5,-€ / Tag).

Mit Flugzeug:

- Die U-Bahn-Station befindet sich direkt vor den Terminals. Bitte nutzen Sie die Linie U2 bis zum Hauptbahnhof und von dort Linie U1/11 bis U-Bahnhof Messe (25 Minuten).
- Als Ticket können Sie ein Einzelticket Zone A lösen.

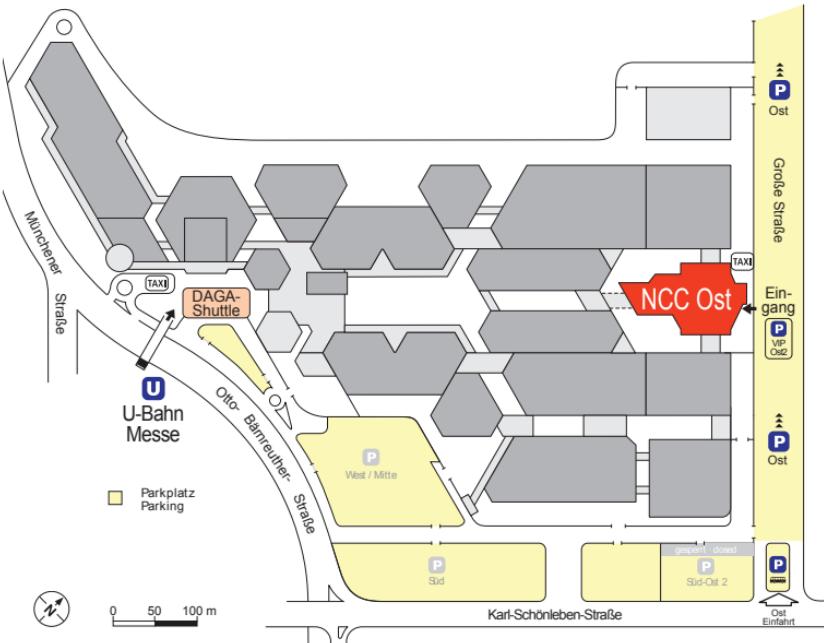
Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln:

- Vom Hauptbahnhof aus nutzen Sie bitte die Linien U1 oder U11 bis U-Bahnhof Messe (8 Minuten).
- Die Überführung vom U-Bahnhof Messe führt direkt zum Vorplatz der NürnbergMesse. Dort warten DAGA-Shuttle-Busse (Buszeiten siehe S. 363), die Sie in das NCC Ost bringen (1,3 km).

Lage- und Raumpläne

Geländeplan der Messe Nürnberg

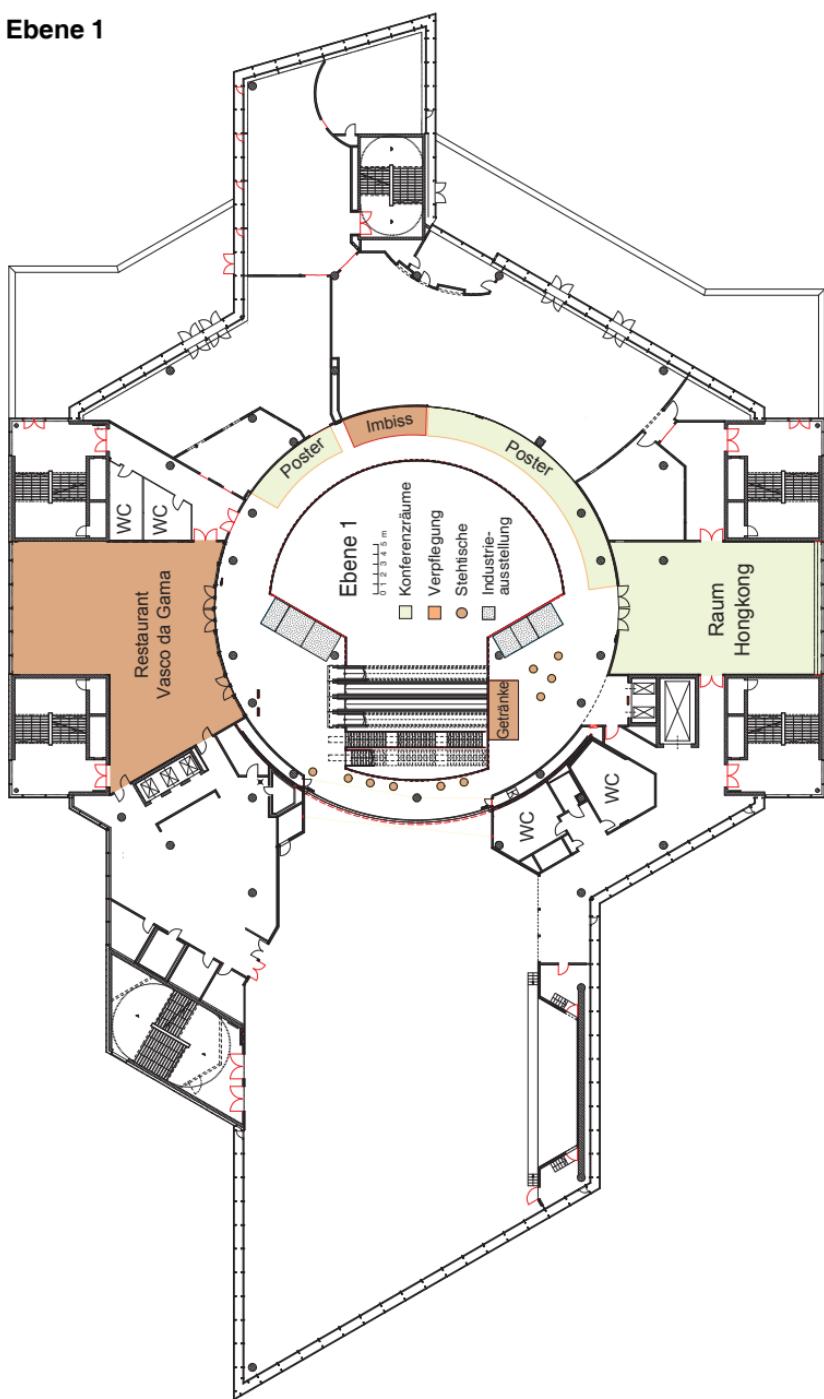
Bitte nutzen Sie den linken Eingang zum NCC Ost.

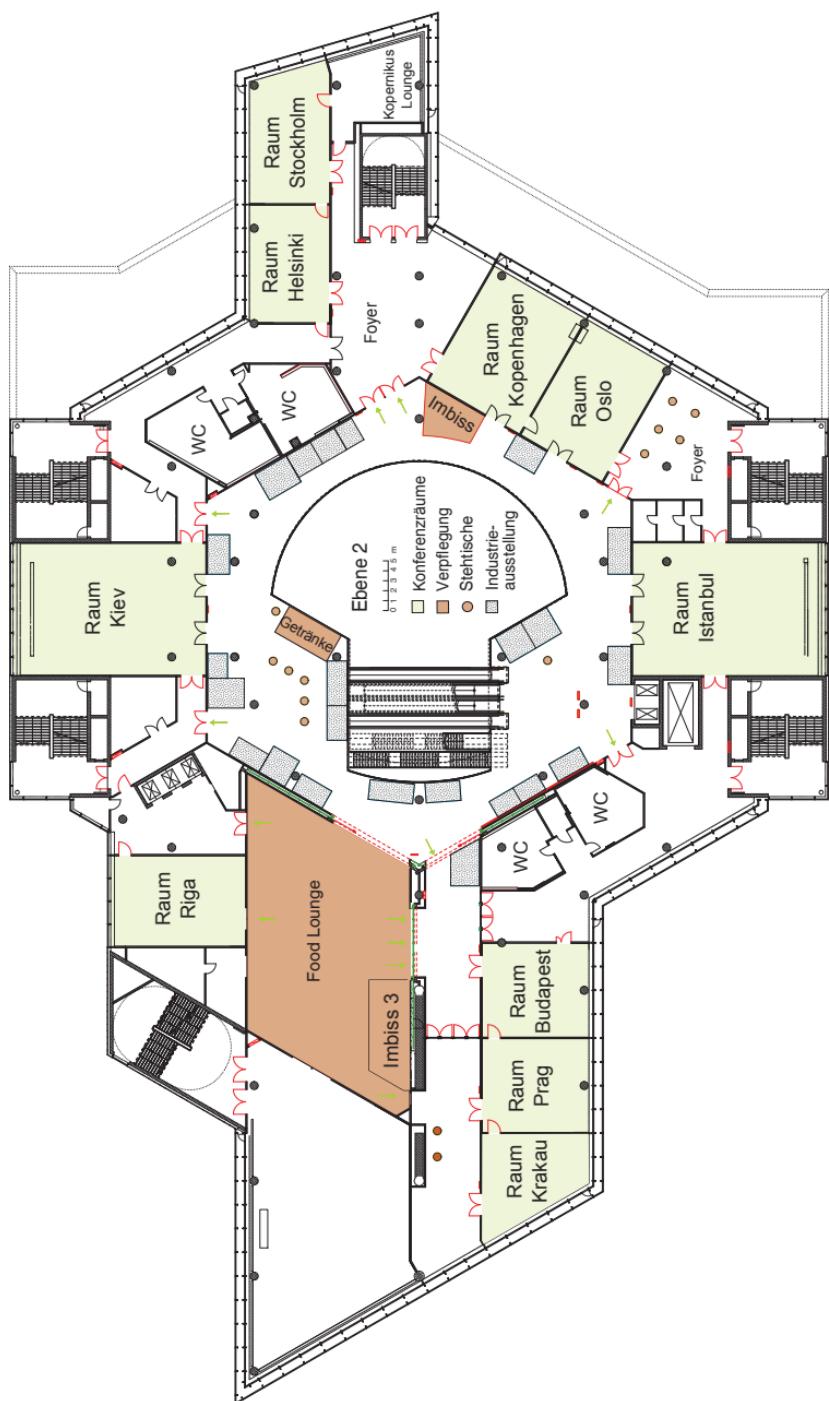


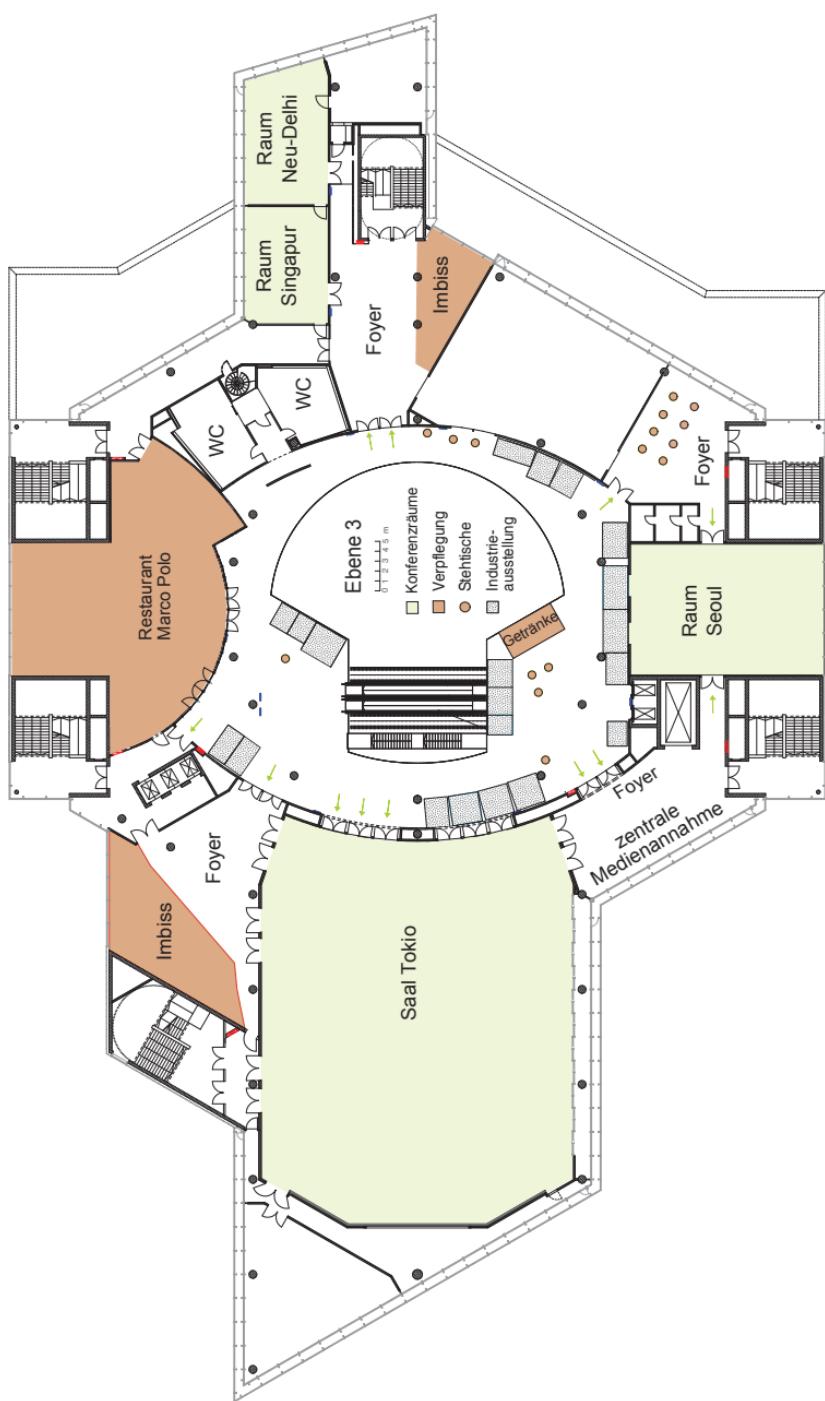
Buszeiten der DAGA-Shuttle-Busse zum NCC Ost

Am U-Bahnhof Messe auf dem Vorplatz der NürnbergMesse warten Shuttle-Busse, die Sie kostenlos zum NCC Ost und zurück bringen.

- **16. März 2015 (Montag):**
11:00-13:00 Uhr - ca. alle 10 Minuten
13:00-16:00 Uhr - ca. alle 20 Minuten
16:00-18:00 Uhr - ca. alle 10 Minuten
18:00-20:00 Uhr - ca. alle 20 Minuten
- **17.-19. März (Dienstag, Mittwoch, Donnerstag):**
08:00-11:00 Uhr - ca. alle 5 bis 10 Minuten
11:00-16:00 Uhr - ca. alle 20 Minuten
16:00-19:00 Uhr - ca. alle 10 Minuten
- Falls Sie den letzten Shuttle-Bus verpasst haben sollten: Ein Taxistand befindet sich sowohl am U-Bahnhof Messe als auch vor dem Eingang zum NCC Ost.
- Alternativ können Sie die Strecke vom U-Bahnhof Messe rechts um das Messegelände herum laufen (ca. 20 Minuten).

Ebenenpläne des NCC Ost**Ebene 1**

Ebene 2

Ebene 3

Wegbeschreibung zum alten Rathaus

*Sektempfang am Dienstag, den 17. März 2015, ab 19:00 Uhr,
Historischer Rathaussaal*

Das alte Rathaus liegt inmitten der Altstadt Nürnbergs fußläufig (500 m) von der U-Bahn-Station Lorenzkirche entfernt (am Rathausplatz 2).

Sie erreichen diese Station mit der U-Bahn-Linie U1 von der U-Bahn-Station "Messeinnerhalb" von 11 Minuten. Anschließend folgen Sie der Königstraße Richtung Norden bis zum Hauptmarkt. Dieser führt in gleicher Richtung direkt zum Rathausplatz. Den Eingang zum alten Rathaus finden Sie gegenüber der St. Sebald Kirche.

Auf dem Stadtplan (siehe Buchumschlagsseite) ist die Lage des alten Rathauses eingezeichnet.

Wegbeschreibung zur Meistersingerhalle

Geselliger Abend am Mittwoch, den 18. März 2015, ab 19:00 Uhr

Mit ÖPNV

Die Meistersingerhalle befindet sich direkt an der Straßenbahn-Station Meistersingerhalle (Schultheißallee 2-4). Sie erreichen diese Station, in dem Sie mit der U1 vom U-Bahnhof Messe Richtung Hardhöhe bis zum Hauptbahnhof fahren. Dort steigen Sie in die Tramlinie 9 Richtung Nürnberg Doku-Zentrum um. Nach 8 Minuten erreichen Sie die Station Meistersingerhalle.

Zu Fuß

Eine angenehme Alternative ist der ca. 35-minütige Fußmarsch vom NCC Ost zur Meistersingerhalle über den Volkspark Dutzendteich. Hierzu verlassen Sie das NCC Ost zunächst in linker Richtung. Die Große Straße leitet direkt auf den Park hin. In gleicher Richtung folgt nach insgesamt 2,7 km die Meistersingerhalle.

Auf dem Stadtplan (siehe Buchumschlagsseite) ist die Lage der Meistersingerhalle eingezeichnet.

Wegbeschreibung zum Frauentorturm am Handwerkerhof

Treffpunkt für die Stadtführung „Auf den Spuren der Meistersinger und des Handwerks“

Der Handwerkerhof befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Hauptbahnhof an der Frauentormauer Ecke Königstraße. Aus der U-Bahnhofs-Passage führt der Hauptausgang Richtung Innenstadt unmittelbar auf den Handwerkerhof zu.

Sollten Sie oben aus dem Bahnhof kommen, überqueren Sie die Straße (Bahnhofsplatz). Dort ist der Handwerkerhof bereits mit großen Lettern angekündigt. Laufen Sie dort durch die Frauentormauer. Zur rechten Hand sehen Sie den Frauentorturm.

Auf dem Stadtplan (siehe Buchumschlagsseite) ist die Lage des Frauentorturms eingezeichnet.

Wegbeschreibung zum Germanischen Nationalmuseum

Treffpunkt für die Führung durch die Musikinstrumentensammlung

Das Germanischen Nationalmuseum befindet sich in der Kartäusergasse 1, fußläufig (500m) vom Hauptbahnhof entfernt.

Fahren Sie vom U-Bahnhof Messe bis Hauptbahnhof und verlassen den Bahnhof Richtung Norden (Innenstadt). Noch vor den Stadtmauern laufen Sie den Frauentorgraben nach links. Nach ca. 400 m biegen Sie rechts in die Kartäusergasse. Auf der rechten Seite folgt nach 100 m das Germanische Nationalmuseum.

Alternativ können Sie am vom Hauptbahnhof eine Station mit der U-Bahnlinie 2 bis zur Station Opernhaus fahren. Der Ausgang der Station befindet sich direkt in der Kartäusergasse. Das Germanische Nationalmuseum ist gut ausgeschildert.

Auf dem Stadtplan (siehe Buchumschlagsseite) ist die Lage des Germanischen Nationalmuseums eingezeichnet.

Verzeichnis der Autoren

Abdellah, Alaa	132	Baumann, Uwe	313
Abshagen, Jan	219, 221	Baumgartner, Hannah	314
Adachi, Seiji	105	Baumgartner, Robert	211
Adams, Christian	342	Becher, Marcus	103, 140
Adelman-Larsen, Niels Werner	70	Bechtold, Bastian	334
Ahnert, Wolfgang	68	Beckenbauer, Thomas ...	84, 296
Ahrens, Axel	161	Becker, Moritz	327
Ahrens, Jens	323	Becker, Stefan	100, 101, 102, 103, 140, 169, 171, 186, 197, 205
Akyol, Tarik	164	Becker-Schweitzer, Jörg ..	95, 290, 291
Altenhein, Kerstin	169	Beckert, Christian	178
Altinsoy, M. Ercan .	136, 349, 353, 354, 355, 357	Beering, Benjamin	268
Alves, João	222	Behler, Gottfried	134, 298
Amengual Garí, Sebastià V. .	111	Behler, Oliver	93
Anagiotos, Andreas	313	Behrens, Tobias	68
Andreisek, Gaetano	192	Bellmann, Christian	135
Andrijašević, Andrea	182	Bendixen, Alexandra	356
Angster, Judit	243, 244, 244	Berger, Anke	96
Antons, Jan-Niklas	119	Berger, Bernhard	286
Anzenbacher, Christoph	159	Bergström, Kirstin	199, 306
Apitz, Andreas	315	Bernhard, Julian	214
Apostol, Sylvia	278	Besserer, Kerstin	102
Appel, Percy	127	Bethke, Christian	260
Appell, Jens-E.	54	Beutner, Dirk	313
Arendt, Ilka	96	Bianchi, Federica	160
Arifi-Müller, Vlora	339	Biberger, Thomas	89
Arndt, Hendrik	99	Bienert, Jörg	336
Arndt, Randolph	142	Biermeier, Thomas	102, 186
Arndt, Sebastian	119	Bietz, Heinrich	265
Arnold, Jörg	271	Birk, Veronika	231
Arps, Henning	315	Bisitz, Thomas	162
Arsic, Dejan	139	Bitzer, Joerg	262
Asmare, Fanuel Melak	184	Blanchet, Denis	78, 152, 166, 204
Aspöck, Lukas	275, 321	Blaschke, Ralf	102, 186
Attenberger, Alexander	128	Blau, Matthias	208, 312
Bake, Friedrich	284	Bleier, Hendrik	72
Baldzer, Christine	338	Bode, Mathias	184
Balint, Jamilla	154	Bodendorfer, Xaver	258
Balke, Stefan	339	Bös, Joachim ..	98, 100, 134, 142, 165, 292, 333, 342
Baron, Eugen	142	Bohne, Tobias	346
Barth, Manuela	269	Bomhardt, Ramona	113, 212, 325
Barth, Rainer	246	Boonen, Rene	342
Bartolomaeus, Wolfram .	74, 128	Borello, Gerard	189
Batista, Leonardo	279	Bork, Ingolf	154
Batke, Johann-Markus	107		
Bauer, Martin	239		

Bossy, Emmanuel	168	Daroczy, Laszlo	198
Brand, Carl Robert	196	Dau, Torsten ...	91, 116, 160, 232, 274, 355
Brand, Thomas	234, 235	De Bree, Hans-Elias	49
Brandes, Moritz	293	De Langhe, Koen	189
Brandstätt, Peter	105, 190	De Obaldia Pastor, Carlos A. .	224
Breidenbach, Helmut	177	De Vries, Diemer	75
Breitsamter, Christian	59	Degenhardt, Jan	343
Brezas, Spyros	263	Dehé, Alfons	48
Brick, Haike	206	Delfs, Jan	205
Brinkmann, Fabian .	210, 212, 213	Derode, Arnaud	168
Brodersen, Michael	122	Derr, Sebastian	179
Brodersen, Michael	182	Díaz-Cereceda, Cristina	346
Broszat, Dominik	101	Dierke, Jürgen	205
Bruemmerstedt, Jan	274	Dilba, Boris	75
Bruns, Benedikt	343	Dillier, Norbert	277
Bruns, Tobias	314	Dittmar, Christian	335
Brunskog, Jonas	155	Doclo, Simon	208, 233
Bschorr, Oskar	173	Döllinger, Michael	231
Buchschmid, Martin	152, 327	Döring, André	284
Burgschweiger, Ralf	218, 218	Dörr, Jasmin	188
Burkhart, Christian	61, 62, 71	Dörries, Bernd	194
Busch, Henning	194	Domke, Matthias	136
Caillet, Arnaud	78	Drefs, Jakob	233
Cairós Barreto, Carlos ..	251, 251	Dreyer, Thomas	252
Carius, Wolf	177	Driedger, Jonathan	307
Carolus, Thomas	157, 194	Drobietz, Roger	43
Carrillo Pousa, Graciano	94	Dubovski, Zlatko	243, 244
Cassereau, Didier	168	Duddeck, Fabian	167
Cauchi, Benjamin	338	Duvigneau, Fabian	158
Chaigne, Sébastien	141	Duwe, Susann	356
Chardon, Gilles	107	Eberle, Wolfgang	175, 288
Châteauvieux-Hellwig, Camille	151	Ebert, Johannes	100
Chen, Lizhuo	46, 254	Eckey, Andreas	273
Chudalla, Michael	237	Egermann, Hauke	308, 350
Ciba, Simon	314	Egger, Katharina	350
Claussen, Tim	224	Ehrlich, Jan	172, 345
Colomes, Catherine	53	Eichinger, Johannes	69
Conter, Marco	128, 238	Eichinger, Margarete	183
Crum, Poppy	53	Eisener, Julian	251
Cubick, Jens	355	Ende, Christoph	109
Czarske, Jürgen	284	Enders, Jakob	133
Czedik-Eysenberg, Isabella ..	159, 242, 310	Engbert, Ralf	356
Daniel M., Warren	48	Engel, Margret Sibylle	83
Dannemann, Martin	132	Enghardt, Lars	284
Dantele, Andreas	69	Epe, Christian	72, 259, 290
Dantscher, Sandra	302	Epp, Bastian	45, 161, 311
		Erbes, Vera	110

Erbslöh, Sascha	194	Genuit, Klaus	82
Ernst, Stephan M.A.	162	Georg, Olga	282
Ertl, Michael	335	Georganti, Eleftheria	277
Escher, Andreas	264	Georgi, Tom	98
Ewert, Roland	58, 199	Gerdes, Frank	344
Ewert, Stephan D.	88, 89, 235, 185	Gerhard, Tom	194
Fallahi, Mina	210	Gerlach, Stephan	248, 337
Fastl, Hugo	114, 139, 157	Geweth, Christian A.	328
Fath, Björn	164	Geyer, Christoph	65
Favrot, Sylvain	54	Geyer, Thomas	206
Fehndrich, Martin	176	Gierlich, Hans Wilhelm	121
Feldmann, Carolin	157	Gilbert, Christoph	136
Feldmann, Franz-Josef	80	Ginn, Kevin Bernard	187
Fels, Janina ...	83, 207, 212, 256, 275, 276, 319, 321, 325	Gissel, Enrica	291
Fender, Gesche	167	Gleine, Wolfgang	316
Feneberg, Gregor	263	Gloos, Andreas	244
Fernandez Comesaña, Daniel	94, 297	Görler, Max	344
Fernández Gallardo, Laura ...	115	Goetz, Michael	223
Fiebig, André	82	Goetze, Stefan	184, 248, 293, 337, 339
Fiedler, Robert	329	Golota, Anton	152, 204
Fischer, Andreas	284	Gomez, Gabriel	214, 322
Fischer, Heinz-Martin ...	267, 271	Goossens, Sebastian	247
Flad, David	56	Gostian, Antoniu-Oreste	313
Florian, Daniela	285	Graber, Gerhard	154, 183
Franck, David	297	Grabinger, Jens	58
Frank, Hannes	56	Graf, Franz	183
Frank, Matthias	109, 322	Graf, Simon	123
Franz, Sven	262	Grams, Philipp	139
Fricke, Justus	222	Grande, Efren Fernandez	155
Friedrich, Jens	122	Grebel, Antje	98, 292
Fröhlich, Lilien	138	Grießmann, Tanja	346
Fuchs, Andreas	128	Grimm, Giso	114, 185, 312
Fuchs, Harald	52	Grimm, Simon	233
Fuchs, Helmut	153	Große, Christian U.	192
Füg, Simone	51	Grosse, Julian	255
Füldner, Marc	48	Grothe, Timo	245, 246
Fuß, Alexander	212	Grotjahn, Rebecca	308
Gabbert, Ulrich	158	Grützmacher, Volker	293
Gabriel, Christoph	47	Grzeschik, Ramona	274
Galka, Andreas	219	Grzeszkowski, Mateusz	280
García Escribano, Lola	94	Guastavino, Catherine	320
Gardner, Bryce	141	Guse, Dennis	119
Gattermann, Jörg	343	Guski, Martin	72
Gaul, Lothar	42, 219	Haak, Christian	194
Geiger, Philipp	287	Hackl, Andreas	148
		Häusler, Clemens	65
		Haeussler, Andreas	73, 277

Hagmüller, Martin	128	Hirsch, Karl-Wilhelm	125, 130
Hahn, Herbert	154	Hirsekorn, Sigrun	279
Hahn, Nara	214	Hochmuth, Sabine	183
Haider, Manfred	316	Höber, Sven	331
Hald, Jørgen	187	Höchstetter, Marius	158
Haltenorth, Ivo	268	Hölling, Michael	193
Hameyer, Kay	297	Hoever, Carsten	296
Hammelmann, Frank	130	Hoffmann, Rüdiger	226
Hanselka, Holger	333	Hofmann, Christian	326
Hansen, Martin	208	Hohls, Silke	186
Harmstorff, Johann	340	Hohmann, Beat W.	304
Haufe, Daniel	284	Hohmann, Volker ...	84, 114, 185,
Hauth, Christopher	234		312
Haverkamp, Michael	348	Hoislbauer, Heinz	237
Hebestreit, Ramon	186	Hollosi, Danilo	293, 338, 339
Heeren, Jan	114	Holstein, Peter	99, 269
Heese, Florian	120	Homann, Patrick Tobias	280
Heide, Marcus	280	Hoock, Heinz	69, 241
Heinecke-Schmitt, Regina	178	Hopkins, Carl	150, 271
Heinemann, Till	101	Hots, Jan	256, 258
Heinze, Robert	265	Hu, Nan	204
Heitmann, Kristof ...	345, 347, 347	Huber, Rainer	162
Hengst, Klaudius	148	Huck, Peter	164
Henke, Anna- Sophia	340	Hübelt, Jörn	98, 149, 261
Henke, Christian	170	Hülsmeier, David	88
Henning, Bernd	282	Huemmer, Christian	118
Henning, G. Bruce	162	Hüppé, Andreas ...	44, 57, 58, 103,
Henry, Arthur	166		169, 170, 197
Hensel, Johannes	180	Hungar, Fabian	255
Herbig, Tobias	123	Hurfar, Carolin Mandanna	105
Herold, Gert	138	Hussain, Jooan	117
Herr, Michaela	195	Ickinger, Alex	190
Herre, Jürgen	42	Ihlenfeld, Albrecht	239
Herrmann, Hans-Georg	279	Illig, Jonas	193, 198
Hertz Eichenrode, Andreas ...	253	Imam, Elsayed	328
Herzke, Tobias	185	Imbery, Christina	262
Herzog, Michael	163	Italyantsev, Sergey	329
Heß, Wolfgang	95	Jacobs, Georg	298
Hesse, Christian	333	Jäcker-Cüppers, Michael	79
Hettler, Steffen	62	Jäschke, Martin	319
Heuer, Friederike	293	Jakob, André	225, 315
Heute, Ulrich	224	Jaschinski, Jörn	246
Hillenbrand, Joachim	46, 134, 279	Jenderka, Klaus - V.	255
Hillmann, Stefan	235	Jeong, Cheol-Ho	155
Hilmer, Georg	98	Jiao, Jin	205
Hilz, Gerhard	64	John, Tina	124
Hintzsche, Matthias	286	Jørgensen, Søren	116
Hirsch, Hans-Günter	117	Joshi, Suyash Narendra	161

Josupeit, Angela	84	Köhler, Karsten	250
Jüschke, Matthias	252	Koehler, Mark	266
Jung, Christoph	253	Köhnlein, Florian	186
Jung, Daniel	164	Költzsch, Peter	227
Jung, Oliver	293	König, Florian M.	353
Jung, Rainer	168, 172	König, Ralf	70
Junger, Clemens	103	Köster, Friedemann	118, 119
Kaernbach, Christian	181	Kohnen, Michael	321
Käsbach, Johannes	91	Kohrmann, Mathias	260
Kaltbeitzel, Bernd	269	Kollenz, Ludwig	90
Kaltenbacher, Manfred	43, 57, 58,	Kollmeier, Birger .	85, 87, 88, 183,
	103, 169, 170, 197, 261		184
Kameier, Frank .	95, 180, 265, 310	Kolossa, Dorothea	115
Kandade Rajan, Vasudev	120	Korbasiewicz, Marcin	297
Karbasi, Mahdie	115	Kormann, Ludwig	249
Kaseß, Christian	74, 239	Kornadt, Oliver	272
Kaule, Dirk	349	Kortekaas, Reinier	258
Keller, Ben-Daniel	113	Kotzur, Nadine	243
Kellermann, Walter	118, 326	Krämer, Ewald	198
Kerber, Stefan	295, 299	Krämer, Michael	190
Kettler, Frank	123, 125	Krahé, Detlef	81, 241, 352
Keuchel, Sören	129	Krauss, Simon	95
Kießling, Sebastian	206	Kreuzer, Wolfgang	107
Kinzie, Kevin	43	Kreuzinger, Johannes	60, 104
Kirchhoff, Gerd	175	Krieger, Karl-Ludwig	340
Kirchner, Karl-Richard	206	Kriegisch, Martin	316
Kirkendall, Davis	196	Krimm, Jochen	236
Kittel, Maria	306	Kringelum, Jon	344
Klärner, Matthias	78, 343	Krini, Mohamed	120
Klatte, Maria	199, 306	Kristkeitz, Eric	251
Klaus, Jannis	133	Krohn, Nils	142
Klein, Florian	208, 325	Kroll, Lothar	78, 343
Klein, Johannes	137, 298, 338	Kronlachner, Melanie	313
Kletschkowski, Thomas	331	Kropatschew, Gleb	137
Kling, Christoph	97, 179	Kropp, Wolfgang	296
Klippel, Wolfgang	135	Krump, Gerhard	90, 121, 158,
Klockgether, Stefan	209, 255		241, 263, 309
Klocksin, Jens	174	Kruse, Tobias	150
Knauf, Denis	242	Kuang, Wei	244
Kneifel, Andre	340	Kubiak, Aleksandra	184
Kniesburges, Stefan	231	Kühl, Niklas	347
Kob, Malte	67, 111, 230, 245, 246,	Kühler, Robert	180, 239
	308	Kühn, Simone	239
Koch, Christian	239, 252	Kühner, Till	126
Koch, Max	250	Kühnicke, Elfgard ..	281, 281, 283
Kock, Ulf	192	Küke, Fabian	194
Köhl, Michael	191	Kümmritz, Sebastian	281, 281
Köhler, Günter	176	Küter, Dennis	221

Kuhn, Christian	343	Luegmair, Marinus	163
Kumar, Anil	330	Lüke, Christian	122, 124
Kuntz, Achim	51	Luft, Tommy	140
Kurz, Fabian	104	Lugli, Paolo	132
Kurz, Thomas	250	Lutz, Oksana	252
Laback, Bernhard	211, 350	Lutz, Thorsten	198
Lachenmayr, Winfried	67	Lutzky, Manfred	52
Lachmann, Thomas	199, 306	Lykartsis, Athanasios	232
Lamping, Wiebke	273	Maack, Jürgen	146
Lamprecht, Lukas	339	Maas, Roland	118
Landgraf, Rabea	124	Macarios, Tiago	141
Lange, Klaus	133	Macdonald, Ewen N.	273, 273
Langer, Patrick	326	Mändl, Matthias	295
Langer, Sabine	229	Männel, Manuel	128
Langfeldt, Felix	316	Majdak, Piotr	211, 213, 350
Laugesen, Søren	355	Maly, Thomas	239
Lauterborn, Werner	250	Marashi, Sepideh	243
Lechner, Christiane	250	Marburg, Steffen	78, 165, 167, 243, 326, 328, 328, 329
Lechner, Christoph	65	Marckmann, Hannes	202
Leckschat, Dieter	69, 72, 259, 290	Marinova, Polina	76
Lehming, Bernd	287	Markiewicz, Marian	202
Leistner, Philip	243, 244	Marnett, Markus	196
Lemke, Daniel	270	Martensen, Karin	308
Lemke, Mathias	220	Marx, Paul	357
Lenz, Michael	283	Mason, Andrew	53
Lenz, Udo	317	Matsagar, Vasant A.	330
Lerch, Alexander	232	Maue, Jürgen	300
Lerch, Reinhard	46, 187, 254	Mauer, Günter	121
Letens, Uwe	257	May, Tobias	91
Lewke, Hermann	129, 318	Mayer, Lydia	76
Liebetrau, Judith	53	Mayerl, Jochen	199, 306
Liebl, Andreas	266, 306	Mayr, Andreas R.	150
Liefold, Steffen	158	McWalter, Richard	274
Liegl, Rudolf	148	Mebarek, Lassen	204
Lindau, Alexander	213	Mecking, Jens	134
Lindemann, Jutta	98	Mecking, Simon	150, 260
Lindmaier, Jörn	176	Mehnert, Dieter	226
Linhard, Klaus	122	Meier, Andreas	63, 149
Lins, Marcia	212	Mejdi, Abderrazak	141
Lippert, Alexander	251	Mellert, Volker	208
Lippert, Stephan	345, 347, 347	Melz, Tobias ...	98, 100, 134, 142, 165, 292, 333, 342
Lippert, Tristan	345, 347, 347	Meng, Fanyu	106
Loenicker, Per	228	Menzer, Fritz	277
Lösler, Stefan	111	Merchel, Sebastian	136, 249, 349, 353, 354, 357
Lohmann, Henning	347	Merkel, Tobias	173
Lorenz-Kierakiewitz, Klaus-H. .	67		
Løve Jepsen, Morten	91		
Lübken, Björn	162, 274		

Mersmann, Andreas	76	Musser, Chadwyck	141, 329
Mertl, Fabian	259	Myck, Thomas	174, 176
Mettin, Robert	250, 251, 251	Nagel, Frederik	53
Metzger, Jochen	261	Nau, Clemens	338
Meyer, Bernd T.	184	Naumann, Kai	144
Meyer, Sibylle	88	Neefe, Alexander	206
Mézière, Fabien	168	Nejedl, Volkmar	219, 221
Mfon, Emmanuel Veranyuy ...	312	Netzelmann, Udo	279
Michels, Thilo	202, 203	Neubauer, Philipp	333
Miethlinger, Jürgen	278	Neubauer, Reinhard	64
Miklós, András	243, 244, 244	Neufeld, Janina	349
Misol, Malte	204	Neunaber, Ingrid	193, 198
Modler, Niels	132	Nguyen, Viet Duc	224
Möhler, Ulrich	199, 306, 317	Nicht, Andreas	355
Möhricke, Jonas	168, 172	Niebuhr, Oliver	124, 181
Möller, Sebastian ..	115, 118, 119, 119, 235	Niepenberg, Arndt	241
Mohamady, Samira	294	Nierla, Michael	284
Mohamed, Mohamed H.	198	Niermann, Markus	120
Moheit, Lennart	165	Niegelstein, Felix	290
Mohr, Joachim	270	Nissen, Ivor	222, 223, 223
Moll, Annika	66	Nocke, Christian	71
Moll, Tobias	87	Noisternig, Markus	106, 107
Moll, Werner	338	Nolte, Bodo	218
Mommertz, Eckard	67, 155	Nordborg, Anders	341
Monner, Hans Peter	332, 333	Notbohm, Gert	201, 201
Mores, Robert	307	Nowak, Till	251
Morgenstern, Hai	106	Nsabimana, Francois	339
Moritz, Karsten	142	Nünning, Maike	313
Moritz, Niko	337	Oberem, Josefa	276
Müller, Andreas	65	Oberfeld-Twistel, Daniel	160
Müller, Carmen	313	Ochmann, Martin ..	168, 172, 218
Müller, Gerhard	152, 327	Ochs, Steffen	142
Müller, Johannes	140	Oehler, Michael	159, 310, 310
Müller, Julia	236	Öhler, Sven	269, 270
Müller, Markus	117	Oetjen, Arne ...	138, 256, 257, 257
Müller, Meinard	307, 335, 339	Oetjen, Henning	138
Müller, Menno	262	Olfert, Sergei	282
Müller, Sarah	241	Opdam, Rob	75
Müller, Uwe	81	Origer, Claude	320
Müller-Trapet, Markus ..	134, 213, 334	Ostermeyer, Georg-Peter	133
Müllner, Herbert	66	Oswald, Marco	60, 188
Münsterjohann, Sven ...	101, 205	Ottink, Marco	155
Müscht, Udo	123	Paas, Bastian	319
Muller, Marie	168	Papadogianni-Kouranti, Martha ...	350
Mumcu, Akif	101	Papantoni, Veatriki	332
Munz, Claus-Dieter	56	Pape, Christian	331
		Pausch, Florian	275, 321

Pazen, David	313	233, 314, 339
Peiffer, Alexander	73	Retka, Stefanie
Peinke, Joachim	193	167
Peissl, Dirk	315	Rettberg, Till
Pelzer, Arne	160	112
Pelzer, Sönke	113, 217, 321	Reuter, Christoph ..
Pena Fernandez, Juan Jose ...	57	159, 242, 310
Perez, Ander	137	Reuter, Fabian
Pessentheiner, Hannes	128	250
Petitjean, Benoit	43	Rex, Christoph
Pfeiff, Julia Salome	160	206
Pfeil, Florian	46	Richard, Jochen
Pfreundtner, Felix	155	288
Philippen, Bernd	294	Richardt, Stefan
Pieczykolan, Aleksandra	68	261
Piscoya, Rafael	168, 172	Richter, Andreas
Pöppel, Josef	351	253
Pörschmann, Christoph	324	Richter, Andreas
Pohl, Alexander	156	243
Polacek, Rüdiger	142	Richter, Jan-Gerrit
Pollow, Martin	137	207
Pomberger, Hannes	96	Rick, Sebastian
Pondrom, Perceval	46, 134	297
Poschen, Silvia	125	Riegel, Matthias
Posseth, Wolfgang	301	186
Prätzlich, Thomas	335, 339	Riehle, Ingo
Prager, Jens	280	94
Probst, Fabian	301	Ring, Tobias
Probst, Wolfgang	304	229
Püsche, Dirk	208	Ritterstaedt, Uwe
Putz, Veronika	278	79
Raabe, Armin	269	Robin, Xavier
Raake, Alexander	55, 109	189
Rabe, Ute	279	Rodemer, Klaus
Rabold, Andreas	151	120
Rader, Tobias	313	Roden, Reinhild
Rafaely, Boaz	106	337
Rasumow, Eugen	208	Rohr, Jakob
Rautmann, Christof	199	309
Reichart, Urs	289	Roidl, Benedikt
Reichenberger, Johann	??	196
Reimes, Jan	121	Roig, Elisabet Tiana
Reinhardt, Ronny	357	155
Reinhold, Steffi	271	Rolfes, Raimund
Reiß, Julius	220	346
Reithmeier, Eduard	331	Romba, Marcus
Rekitt, Martin	208	182
Rennies, Jan ..	54, 85, 88, 88, 184,	Rose, Michael
		332, 333
		Rosenkranz, Robert
		354
		Ross, Karl
		240
		Rottengruber, Hermann ..
		140
		Ruff, Andreas
		271
		Ruhe, Carsten
		70
		Ruhnau, Marcel ..
		345, 347, 347
		Ruhnau, Mirko
		261
		Rupitsch, Stefan J. ...
		46, 50, 254,
		284
		Sadjina, Silvester
		285
		Sadra, Daniel
		71
		Saha, Sandip Kumar
		330
		Sanchez, Raul
		311
		Sander-Thömmes, Tilmann ..
		239
		Sankowsky-Rothe, Tobias ..
		312
		Santurette, Sébastien ..
		160, 273,
		355
		Sarradj, Ennes .
		93, 138, 206, 340
		Sas, Paul
		342
		Saß, Bernd
		147
		Schaaf, Lydia
		267
		Schaal, Clarissa
		100, 342
		Schaal, Jochen
		126

Schädler, Marc René	183	Schulz, Anita	284
Schäfer, Ingo	218, 218, 345	Schulze, Christian	261
Schäfers, Martin	144	Schulze, Jan	188
Schäfke, Alexandra	345	Schwabe, Ulrike	279
Schanda, Ulrich	150, 150, 260	Schwarz, Andreas	118
Scheck, Jochen	267, 271	Schwendicke, Anna	353
Schefcyk, Michael	357	Schwertfirm, Florian	60, 104
Scheidiger, Christoph	116	Seeber, Bernhard ..	132, 155, 192, 214, 277, 322
Scheit, Christoph ..	103, 171, 197	Seibold, Anna	253
Schelenz, Ralf	298	Seidel, Jochen	148
Schell-Majoer, Lena	88	Seidler, Hannes	248
Schepker, Henning	233	Senkbeil, Stephan	122
Schimmelpennig, Stefan	187	Sepahvand, Kheirullah ..	326, 328, 328, 329
Schira, Jonas	70	Serafimov, Radi	125
Schirmacher, Rolf	295, 299	Serraris, Jasper	297
Schlaich, Mike	315	Sessler, Gerhard M.	46, 134, 279
Schlittenlacher, Josef	142	Sesterhenn, Jörn	57, 188, 220
Schlittmeier, Sabine	258, 305	Seume, Jörg	101, 105, 196
Schmelzer, Martin	97	Shabtai, Noam	276
Schmid, Markus Maximilian ..	263	Sickert, Peter	302
Schmidhuber, Maximilian ..	157	Siddiq, Saleh	242
Schmidt, Barbara	129, 318	Šidlof, Petr	57
Schmidt, Florian	87	Siegmund, Silvester	201, 201
Schmidt, Gerhard ..	120, 122, 122, 123, 124, 181, 182, 224	Simkus, Gediminas	224
Schmidt, Jürgen	107	Simon, Ralph	50
Schmidt, Teresa	83, 319	Simpson, John	105
Schmidtke, Edgar	217	Sinke, Christopher	349
Schmiedel, Philip	191	Skjellerup, Peter	344
Schmitt, Fabian	117	Skoda, Sabrina	290, 290, 291
Schneider, Marc	157	Skowronek, René	121
Schneider, Martin	61	Sobotta, Reinhard	253
Schneider, Martin	227	Söhnholz, Hendrik	250
Schnell, Markus	52	Sonntag, Sven	282
Schoenmaker, Esther	85	Sottek, Roland	87, 256, 294
Schöpfer, Fabian	150	Späh, Moritz	147, 266
Scholl, Werner	272	Spilski, Jan	199, 306
Scholz, Magdalena	91	Sporer, Thomas	53, 53
Schrader, Peter	140	Spors, Sascha ..	110, 110, 112, 214, 215, 323
Schramm, Markus	151	Springer, Matthias	58, 171
Schreckenberg, Dirk	81	Stade, Philipp	210
Schröder, Jens	293, 338, 339	Stange-Kölling, Sylvia	267
Schröder, Thorben	203	Starke, Eric	132
Schröder, Wolfgang	196	Steele, Daniel	320
Schröger, Erich	356	Steffens, Jochen	290, 320
Schubotz, Wiebke	235	Steger, Dominik	308
Schultz, Frank	110, 112, 323		
Schultz-Von Glahn, Manfred ..	193		

Stein, Philipp	343	129, 200, 318
Steinhausen, Ralf	255	Volgenandt, Andreas
Steinmann, Ulrike	99	Volk, Peter
Stenzel, Nicolai	310	Volkmar, Christian
Stephenson, Uwe	156	Volmer, Achim
Steuck, Christian	172	Volz, Rudi
Stienen, Jonas	319	Von Estorff, Otto ... 75, 76, 76, 77, 129, 203, 316, 345, 347, 347
Stiller, Dietmar	221	Von Fersen, Lorenzo
Stoltenberg, Arne	219	Von Terzi, Dominic
Straube, Florian	112	Vorländer, Michael 68, 72, 75, 106, 113, 213, 216, 217, 276, 294, 298, 321, 321, 334, 338
Stritzelberger, Bernd	77	Vrankic, Miroslav
Stüker, Sebastian	117	Wächtler, Moritz
Sukalo, Drazenko	247	Wältermann, Marcel
Suryadi, Alexandre	195	Wagner, Martin
Sutojo, Sarinah	85	Wahl, Tim
Sychla, Hauke	343	Waibel, Alex
Szycik, Gregor R.	349	Walther, Sonja
Tautz, Matthias	103, 169	Wang, Suliang
Techen, Holger	236	Warzybok, Anna
Theiß, Anne	123, 124	Watanabe, Kaoru
Thévenin, Dominique	198	Waubke, Holger
Thiemann, Joachim	264	Weber, Johannes
Thierbach, Roman	127	Weber, Lutz ... 147, 266, 269, 270
Thouault, Nicolas	101	Weber, Reinhard 86, 138, 257
Töpken, Stephan	86	Weber, Tobias
Trimpop, Mattias	131, 292	Wefers, Frank 106, 113, 216
Trogaard, Per	155	Wegerhoff, Matthias
Tschesche, Johannes ...	165, 333	Wehmeyer, Maike
Uppenkamp, Stefan	87, 93	Wehr, Reinhard 128, 238, 316
Van de Par, Steven	73, 85, 86, 91, 208, 209, 255, 257, 257, 264, 277	Weigand, Stefan
Van Halteren, Aart Z.	47	Weinand, René 174, 176
Vansant, Koen	189	Weingarten, Markus
Vary, Peter	120	Weinzierl, Stefan .. 110, 112, 210, 212, 213, 232, 308, 337, 350
Vázquez, Arnau	215	Weiβ, Manuel
Vencovsky, Vaclav	92	Weißgerber, Tobias
Venghaus, Helmut	300	Weitnauer, Michael
Verhey, Jesko	158, 162, 256, 258, 274	Wellenberg, Sören
Veric, Svenja	126	Wellmann, Jan
Versümer, Siegbert	95	Werner, André
Virnich, Bernd	299	Werner, Stephan
Völk, Florian	114, 157, 352	Wessolowski, Sven-O. ... 175, 288
Völker, Christoph	162	Westermann, Tilo
Völtl, Raphael	260	Westphal, Torsten
Vogel, Albert	272	Wetzel, Nicole
Vogel, Joachim	129, 131	356
Vogelsang, Berthold ...	125, 126,	

Weyer, Heinrich	81	Wübbolt, Oliver	51
Widmann, Andreas	356	Wühle, Tom	136
Wiedemann, Bernd	129, 131, 318	Wöhrl, Mario	78, 343
Wiedemann, Karsten	222	Wüst, Michael	187, 284
Wierstorf, Hagen	55, 109, 323	Xabimana, Francois X.	88
Wiesner, Thomas	262	Xiong, Feifei	184
Wiinberg, Alan	91	Yang, Jun	244
Wijaya, Gede Mahendra	225	Yasin, Ifat	162
Wilkens, Volker	282	Yefremov, Alexander	77
Willuweit, Christopher	248	You, Jae Hun	59
Windelberg, Dirk	200	Youssef, Khaled	328
Winkler, Anja	132	Zaar, Johannes	232
Winter, Christoph	152	Zacharov, Nick	53
Winter, Fiete	215	Zagar, Bernhard ...	262, 278, 285
Winter, Philipp	187	Zakharchuk, Polina	230, 308
Wiswede, Daniel	349	Zaleski, Olgierd	75, 202
Witew, Ingo	68	Zamorano, Cristina	67
Witkowski, Natalie	203	Zangers, Jürgen	131
Wittkopf, Sven	265	Zenger, Florian	100, 101, 103
Wittorf, Marten	293	Zerbib, Nicolas	204
Wittstock, Volker ...	260, 263, 265,	Zha, Xueqin	153
	267, 271, 272	Ziegelwanger, Harald	213
Wöckel, Sebastian	99	Ziegenhals, Gunter	245
Wohlmuth, Barbara	58	Ziesak, Michael	83
Wolf, Arthur	122, 122	Zölzer, Udo	224
Wolf, Mario	281, 281	Zörner, Stefan	57
Wolf, Michael	62	Zotter, Franz ...	96, 109, 111, 113,
Wolff, Andrea	303		137
Wolff, Oliver	145	Zur Horst-Meyer, Santer	269

Sitzungen während der Tagung

Vorläufige Terminübersicht; die Angaben können sich ggf. noch ändern.
Die endgültigen Anfangszeiten und Räume der Sitzungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr veröffentlicht.

Montag, 16. März 2015

15:30 - 17:00	„Young Professionals - Icebreaker“	Foyer vor Helsinki
17:00	DEGA-Mitgliederversammlung	Seoul

Dienstag, 17. März 2015

12:30 - 13:15	DEGA-Fachausschuss Elektroakustik	Budapest
12:30 - 13:15	DEGA-Fachausschuss Sprachakustik	Helsinki
13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Hörakustik	Kiew
13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Strömungsakustik	Oslo
18:00	„Young Professionals Meeting“	Hongkong

Mittwoch, 18. März 2015

12:30 - 13:30	DEGA-Fachausschuss Fahrzeugakustik	Kiew
12:30 - 13:15	DEGA-Fachausschuss Lehre der Akustik	Helsinki
13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Lärm: Wirkungen und Schutz	Istanbul
13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Musikalische Akustik	Prag
13:15 - 14:00	Initiative Virtuelle Akustik	Riga
16:00 - 18:30	Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)	Krakau

Donnerstag, 19. März 2015

12:30 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Bau- und Raumakustik	Seoul
12:30 - 13:15	DEGA-Fachausschuss Physikalische Akustik	Helsinki
13:15 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Ultraschall	Singapur

DAGA 2015 - Anmeldung zur Teilnahme

Für jede teilnehmende Person bitte jeweils ein Formular verwenden.

Titel, Vorname, Name:_____

Anschrift:_____

E-Mail:_____

Tagungsgebühr

Zutreffende Klasse gemäß Tabelle auf Seite 36 wählen und ankreuzen:

Klasse: 1 2 3 4 5 6 7

Früh-/Spätbucher: früh spät

Tagungsgebühr: _____ €

Zahlungsweise (Zutreffendes bitte ankreuzen):

per SEPA-Lastschriftmandat

Zahlungsempfänger: DEGA e.V., Voltastraße 5, Gebäude 10-6, 13355 Berlin

Gläubiger-ID: DE39ZZZ00000147774

Mandatsreferenz: wird in der Rechnung mitgeteilt

Ich ermächtige die DEGA e.V., die Zahlung von meinem Konto mittels Lastschrift einzuziehen. Zugleich weise ich mein Kreditinstitut an, die von der DEGA e.V. auf mein Konto gezogene Lastschrift einzulösen. Hinweis: Ich kann innerhalb von 8 Wochen, beginnend mit dem Belastungsdatum, die Erstattung des belasteten Betrages verlangen. Es gelten dabei die mit meinem Kreditinstitut vereinbarten Bedingungen.

IBAN:_____

BIC:_____ Kontoinhaber:_____

Ich überweise den Beitrag auf das Konto der DEGA e.V.

Hierzu wird Ihnen eine Rechnung als PDF an Ihre E-Mail-Adresse zugeschickt (oder - falls keine E-Mail angegeben: per Post).

Ausland: Zahlung per Kreditkarte:

Eurocard/Mastercard Visa American Express

Karten-Inhaber:_____ Verfallsdatum:_____

Karten-Nummer:_____

Ich akzeptiere die allgemeinen Geschäftsbedingungen

(siehe www.dega-akustik.de/aktuelles/dokumente/daga_agb_d.pdf)

und melde mich verbindlich zur Jahrestagung DAGA 2015 an:

*Datum und Unterschrift:*_____

Senden Sie bitte das ausgefüllte Formular an:

DEGA e.V., Geschäftsstelle, Voltastr. 5, Geb. 10-6, 13355 Berlin

Fax: +49 (0)30 340 60 38-10